Matthias 1914 I

Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Darmkanal und das Herz winiger Arcaceen



(Aus dem zoologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.)

# Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Darmkanal und das Herz einiger Arcaceen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

hohen philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

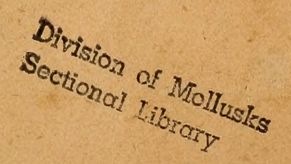
der

**Königl. Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.**

vorgelegt von

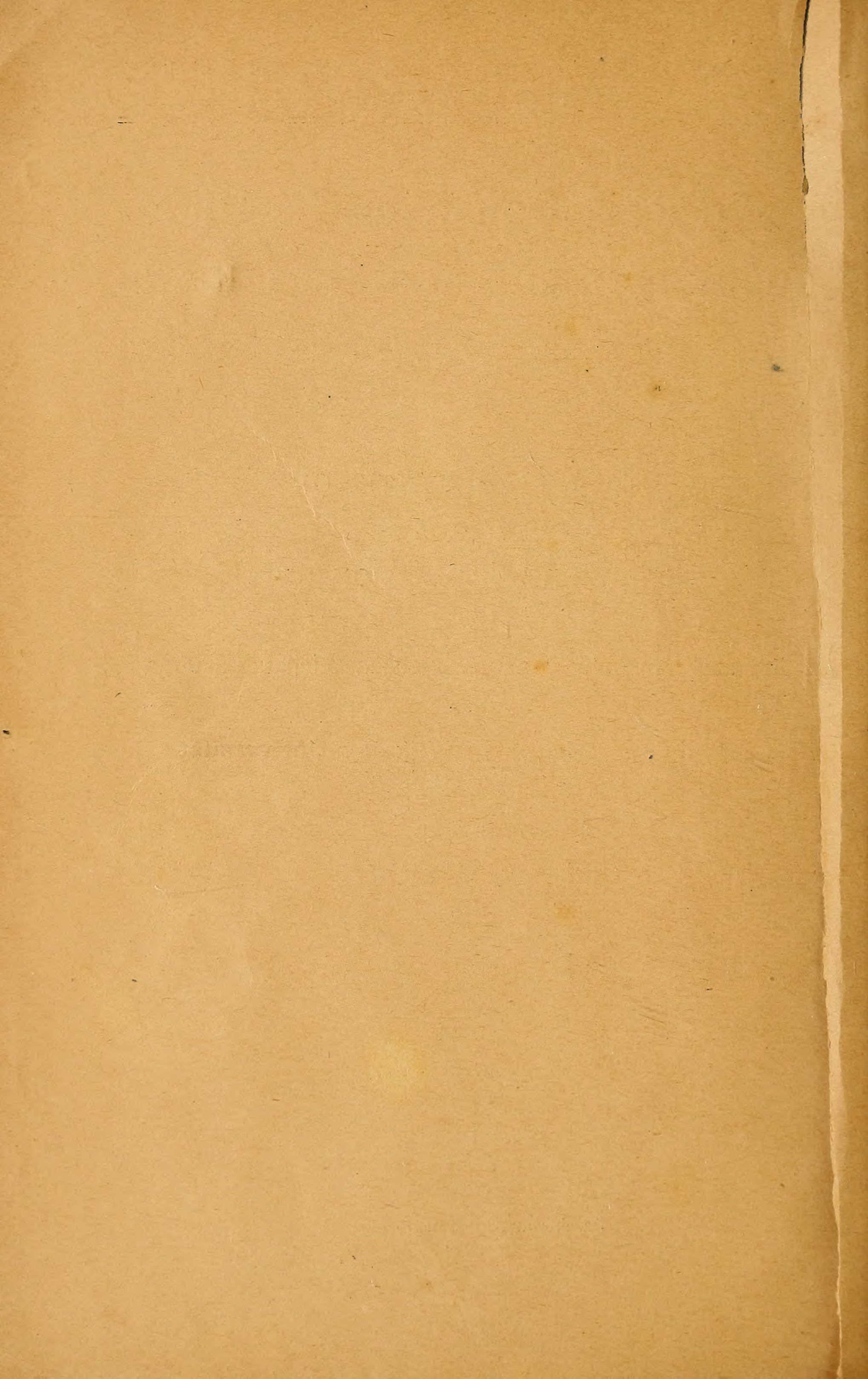
**Martin Matthias**

aus Herford




Druck von Ant. Kämpfe in Jena

1914



(Aus dem zoologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.)

# Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Darmkanal und das Herz einiger Arcaceen



Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

hohen philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

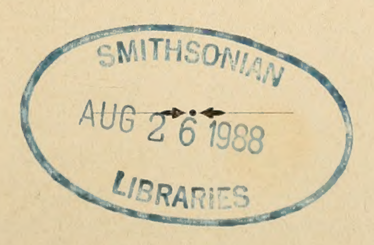
**Königl. Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.**

vorgelegt von

**Martin Matthias**

aus Herford






Druck von Ant. Kämpfe in Jena

1914

Dekan: Prof. Dr. **Spannagel.**

Referent: Prof. Dr. **Stempell**

Abdruck aus der „Jenaischen Zeitschrift“ Bd. LII, Heft 3. 1914.

Wenn ich es unternehme, zur Kenntnis der Lamellibranchier, speziell der Gattung Arca etwas beizutragen, so glaube ich darauf verzichten zu können, eine ausführliche historische Entwicklung unserer Kenntnisse zu geben, zumal das erst in neuerer Zeit von verschiedener Seite aus geschehen ist (vgl. GROBBEN 1888, LIST 1902, THEILER 1907 u. a.). Ich werde mich vielmehr hauptsächlich an die neuere Literatur hierüber halten und vor allem meine eigenen Untersuchungen zur Darstellung bringen. Nur wenn es aus besonderen Gründen angezeigt schien, habe ich im Text an Ort und Stelle auf ältere Autoren zurückgegriffen. — Im übrigen beabsichtige ich auch nicht, eine auf alle Gesichtspunkte eingehende Monographie der Gattung Arca zu schreiben, sondern ich beschränke mich zunächst auf das Verdauungs- und Zirkulationssystem dieser Lamellibranchier und werde demnächst eine Bearbeitung des Exkretionssystems folgen lassen.

Bisher sind nämlich die Arcaceen noch nicht oft Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gewesen, was wegen des primitiven Verhaltens dieser archaïstischen Formen wiederholt von verschiedenen Forschern bedauert worden ist; so von MARTINI-CHEMNITZ (1846) und ebenso von H. v. JHERING (1877, p. 65). Zwar gelegentliche Notizen über einzelne Organe, auch über die Schale und die phylogenetische Stellung der Arcaceen findet man in der Literatur über die Lamellibranchier nicht selten; größere Auslassungen aber sind nur spärlich vorhanden. Zu letzteren gehören die Arbeiten von POLI (1791—1795), MILNE EDWARDS (1858), v. JHERING (1877), GROBBEN (1888), MÉNEGAUX (1890), RAWITZ (1890—1892), NEUMAYR (1891), PELSENEER (1891) und THIELE (1902). Ausschließlich mit den Arcaceen befassen sich LAMY

(1907) vom konchyliologischen und systematischen Standpunkte und THEILER (1907) vom vergleichend anatomischen aus (über das Herz).

Um also diesem Mangel abzuhelfen und die Lücken in der vergleichenden Anatomie genannter beiden Organsysteme auszufüllen, die zweifellos wegen des primitiven Verhaltens der Arciden von großem Interesse sind, — zumal über die noch primitiveren Nuculiden schon seit Jahren eine ausführliche Arbeit von STEMPELL (1898) vorliegt —, habe ich dieses Thema zum Gegenstande meiner Untersuchungen gewählt.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. STEMPELL. Seine Güte verschaffte mir einen Arbeitsplatz auf dem von ihm neubegründeten und geleiteten Zoologischen Institute zu Münster i. W., seine Autorität auf dem Gebiete der Molluskenforschung wies mich in die richtigen Bahnen bezüglich der Stellung des Themas, und seinen Anleitungen und seinen jederzeit bereitwilligst gewährten Unterstützungen verdanke ich das Gelingen meiner Untersuchungen. Es ist mir deshalb eine große Freude, ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen zu dürfen. Meinen besten Dank sage ich auch dem Assistenten am hiesigen Zoologischen Institut, Herrn Dr. JACOBFEUERBORN für seine liebenswürdige Unterstützung bei der Anlage einiger Zeichnungen.

Das der vorliegenden Darstellung zugrunde liegende Material wurde teilweise von Herrn Prof. Dr. PLATE in Chile, teilweise von Herrn Prof. Dr. STEMPELL an der Zoologischen Station zu Neapel gesammelt und konserviert. Beiden Herren bin ich demnach für die gütige Überlassung des Materials und die größtenteils vorzügliche Konservierung desselben verbindlichsten Dank schuldig. Die systematische Bearbeitung des PLATEschen Materials wurde von STEMPELL vorgenommen und ist von ihm unter dem Titel: „Die Muscheln der Sammlung Plate“ in der Fauna Chilensis (Zool. Jahrb., Supplement IV, Bd. II, Heft 1, 1899) veröffentlicht worden.

Zur Untersuchung kamen folgende Arten:

1. Arca (Barbatia) Platei Stempell.
2. Arca (Barbatia) barbata (L.).
3. Arca lactea (L.).
4. Arca noae (L.).
5. Arca angulata (KING.).

Die Untersuchung erfolgte mittels lückenloser Schnittserien, welche nach der von Stempell (1911, pag. 70, V 1.) angegebenen Methode entkalkt und gefärbt waren.

## 1. Verdauungssystem.

Die Mundöffnung liegt bei allen von mir untersuchten Arcaceen zwar an der typischen Stelle, ventral hinter dem vorderen Adduktor, zwischen diesem und dem dorsalen Vorderrande des Fußes, dem sogenannten Spinnfinger, sie kann aber in ihrer Lage zu dem Adductor anterior eine gewisse Variabilität aufweisen. Bald reicht sie noch ein mehr oder minder großes Stück unter den bezeichneten Muskel nach vorn, wie z. B. bei Arca (Barbatia) Platei (Fig. 1), oder sie beginnt erst hinter ihm, wie bei den meisten anderen Arca-Arten. Zum Teil hängt es natürlich auch von dem Kontraktionszustand des Tieres ab, in welcher Lage man auf Schnitten die Mundöffnung vorfindet. Zudem dürfte sie wohl, wenn auch nur in geringem Maße, auch etwas beweglich sein.

Ihre Form ähnelt durchaus einem Trichter, dessen seitliche Achse die mediane an Länge etwas überragt (vgl. Fig. 2). Der Trichter ist also in der Richtung von vorn nach hinten etwas plattgedrückt.

Vorn ventral wird die Mundöffnung völlig abgeschlossen und überragt von einer Oberlippe, die sich von vorn nach hinten in ihrer ganzen Ausdehnung über sie vorwölbt (vgl. Fig. 1 u. 2). Diese Oberlippe legt sich vorn ventral, meist schon unter dem Adductor anterior, in zwei seitlich von der Mediane gelegenen Wülsten an, die sich etwas weiter hinten in der Mediane vereinigen und miteinander verwachsen; nun natürlich nicht mehr als Wülste, sondern als wohlausgebildete Lappen, eben als Oberlippe.

In ähnlicher Weise sind auch die die Unterlippe bildenden Mundlappenteile vorn angewachsen, dorsal und nach innen von den vorigen und etwas weiter hinten. Sie vereinigen sich vor der Mundöffnung nicht, sondern hängen direkt mit dem Epithel der Mundöffnung zusammen. Hinter ihr indessen bilden sie zwar keine bedeutende, aber nichtsdestoweniger eine völlig geschlossene Unterlippe (vgl. Fig. 1), wie sie auch Stempell bei Solemya (vgl. Stempell 1899, p. 128) und Igel bei Phaseolicama (vgl. Igel 1908, p. 17) beschrieben haben. Fortsätze, die sich noch als laterale Wülste in die Mundöffnung selbst hinein erstreckten,

wie sie Stempell bei den Nuculiden gefunden hat (vgl. Stempell 1898, p. 380), habe ich bei keiner Arca entdecken können. Auch einen Mundtentakel besitzen die Arcaceen nicht.

Der Umstand, daß die Oberlippe vorn geschlossen ist und sich geschlossen über die ganze Mundöffnung nach hinten vorwölbt, ist wichtig für die Nahrungsaufnahme. Diese kann nur von hinten erfolgen, aus dem Winkel, den der vordere Teil des Fußes, der Spinnfinger, mit dem vorderen Teil des Körpers bildet (vgl. Fig. 1); eine Erscheinung, die mir auch das Vorhandensein eines hochprismatischen Flimmerepithels auf dem Dorsalrande des vorderen Fußes zu erklären scheint. Es werden eben alle Nahrungspartikelchen, die von diesem Flimmerepithel erfaßt werden in besagten Winkel hinein befördert und von da aus durch die Flimmerepithelien der Mundlappen und Lippen der Mundöffnung zugeführt.

Beide, die Oberlippe sowohl wie die Unterlippe, gehen nach hinten und lateral in die beiderseitigen Mundlappenpaare über, die Oberlippe in die äußeren, die Unterlippe in die inneren Mundlappen. Thiele weiß darüber folgendes zu berichten (1886, p. 245): „Die Mundlappen von Arca sind schmal, langgestreckt, bis zur Spitze festgewachsen und ziemlich dünn.“ Das ist für eine allgemeine Charakteristik etwas wenig, ich möchte deshalb noch einiges hinzufügen. Jederseits sind die Mundlappen zunächst mit ihren dorsalen Rändern verwachsen und an einer vorn schmaleren, hinten meist etwas bedeutendere Dimensionen erreichenden Achse dorsal suspendiert, die sich in langsam schräg dorsal ansteigender Linie von vorn nach hinten an der Außenseite der Viszeralmasse des Körpers angewachsen zeigt. Mit Stempell bezeichne ich diese Achse als „Mundlappenachse“ und finde (wie er bei den Nuculiden, vgl. 1898, p. 380), daß diese Achse weiter nach hinten dorsalwärts frei wird und sehr bald endet, indem die spitz zulaufenden Hinterenden der Lappen keine Verwachsung ihrer dorsalen Ränder mehr zeigen. Die Mundlappenblätter fassen infolgedessen von der Verwachsungsstelle ab eine schmale Rinne zwischen sich, die also schräg von hinten dorsal nach vorn ventral am Körper entlang zur Mundöffnung führt. Von der Stelle ab, an der die Achse oblitteriert, nehmen die Kiemenachsen ihren Anfang. Infofgedessen müssen die frei gewordenen Mundlappenblätter hinten divergieren. Sie gehen in der Tat immer weiter auseinander, verwachsen schließlich, das äußere Blatt mit dem Mantel-, das innere mit dem Körperepithel und gehen vollständig

in besagte Epithelien über, ungefähr in derselben Transversalebene, in welcher der Magendarm vorn den Magen verläßt (vgl. Fig. 1 *mgd*).

Morphologisch zerfallen die Mundlappen in einen glatten und einen gerieften Teil. Ersterer befindet sich vorn und ventral, letzterer hinten und mehr dorsal. Der glatte oder ungeriefte Teil geht nach vorn ohne deutliche Grenze in die Lippen über, und es könnte zweifelhaft erscheinen, ob man von Lippen und Mundlappen reden, oder für den ganzen Apparat nur eine dieser Bezeichnungen wählen soll. Nach THIELE (1886, p. 241) gibt BRONN an, daß die Mundlappen häufig durch stärker entwickelte Lippen vertreten sind (Arca, Pectunculus, Meleagrina). THIELE schreibt dann weiter: „Wenn man überhaupt die Bezeichnung „Lippen“ festhalten will, so möchte ich sie jedenfalls nur dem mittleren ungerieften Teile beilegen, bei den genannten Gattungen ist nur immer der Endteil gerieft, und wenn dieser auch klein ist, so möchte ich für ihn doch auch hier die Bezeichnung Mundlappen wählen, diese sind aber in allen Fällen mit den Lippen verwachsen.“ Diesen Ausführungen THIELES ist wohl eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen. Ich schließe mich ihnen an, möchte indessen den ungerieften Teil, soweit er sich lateral vom Körper befindet, auch noch zu den Mundlappen gerechnet wissen (bei Arca) und nur den ventral bei der Mundöffnung gelegenen Teil, wie schon geschehen, als Lippen bezeichnen.

Da die Mundlappenblätter von Blutlakunen durchzogen werden (vgl. Fig. 3, 5, 6, 7), so können sie wohl auch geschwellt werden. Deshalb werden sie bald dünner, bald breiter erscheinen. Ich halte es aber für müßig, diese doch nur vorübergehenden Erscheinungsformen nach den einzelnen Befunden zu beschreiben, wie THIELE das in seiner speziellen Ansführung tut (vgl. THIELE 1886, p. 245). Auch in der Länge der Mundlappenachse und der Größe, der die Achse hinten überragenden und divergierenden Mundlappenenden sind bei den einzelnen Arcaceen vielleicht geringe Verschiedenheiten nachweisbar; dieselben erscheinen mir aber für eine genauere Ausführung nicht wichtig genug.

Ich will nur noch erwähnen, daß der geriefte Teil sein besonderes Gepräge zahlreichen parallelen Wülsten verdankt, den Riefen, die wieder der dorsalen Rinne parallel verlaufen und ventralwärts gerichtet sind. Diese Riefen sind geschwungene Gebilde, die in ihrer Mitte eine mehr oder minder tiefe Einbuchtung aufweisen (vgl. Fig. 6 u. 7), ventral ziemlich weit in die Rinne hineinragen und dorsal mit ihrem Epithel sehr nahe an

das äußere Mundlappenepithel herantreten. Das Bindegewebe tritt an letztgenannten Stellen sehr zurück und wird bei Arca lactea fast ganz verdrängt (vgl. Fig. 7).

Histologisch sind die Mundlappen sehr interessant. Am auffallendsten sind die zwei gänzlich voneinander verschiedenen Epithelien. Das äußere Epithel, ein durchweg gleichmäßig niedriges, ist aus niedrig prismatischen Zellen aufgebaut, die sich durch eine deutliche und ziemlich dicke Cuticula nach außen hin abgrenzen. Diese Zellen scheinen öfters geringe Mengen eines dunklen Pigmentes zu enthalten, wie das am deutlichsten hervorgeht aus Fig. 4, die ein Stück eines Transversalschnittes durch einen inneren Mundlappen von Arca (Barbatia) barbata L. darstellt. Hier sehen wir, daß die Zellen einen basalen rundlich-ovalen Kern enthalten und distalwärts mit erheblichen Pigmentmengen angefüllt sind. Auch birnförmige Drüsen, die vielleicht Mucindrüsen darstellen und sich mit Hämatoxylin tief dunkelblau färben, habe ich im äußeren Epithel eines äußeren Mundlappens der vorgenannten Art hin und wieder beobachtet (vgl. Fig. 3). Cilien oder Wimperbüschel indessen sind mir auf diesem Epithel nirgendwo zu Gesicht gekommen.

Hingegen ist das Epithel der einander zugekehrten, also inneren Mundlappenseiten immer (mit Ausnahme der dorsalen Einbuchtungen bei den einzelnen Riefen vgl. Fig. 6 u. 7) ein hochprismatisches und mit dicht stehenden langen feinen Wimpern versehen (vgl. Fig. 3—8). Auch hier haben wir eine deutlich sichtbare Cuticula, die von den Wimpern durchbrochen wird. Im übrigen enthält das innere Mundlappenepithel drei verschiedene Zellarten:

1. Längliche Zellen, hochprismatisch, mit schmalem basalen und breitem distalen Ende und je einem langgestreckten ovalen Kern mit verzweigtem Chromatingerüst. Der Zellinhalt ist dunkel gefärbt und zum Teil körniger Natur. Am distalen Ende konnte ich bei starker Vergrößerung eine Art Stäbchenschicht unter der Cuticula beobachten [bei Arca (Barbatia) barbata L. vgl. Fig. 5], die mir den Sitz der Wimperwurzeln darzustellen scheint. Diese Zellenart bildet die Hauptmasse des inneren Epithels, und sie allein ist die Trägerin der Cuticula und der Wimpern.

2. Zwischen besagten Zellen fand ich, in der Hauptsache basal gelegen, eine hell erscheinende Zellart mit bedeutend kleinerem, meist basalem runden Kern. Sie sind weit seltener als die vorigen, und man erhält nicht immer ein deutliches Bild von

ihnen, zumal die Cilien tragenden Zellen manchmal kleine Lücken zwischen sich fassen, die naturgemäß auch hell erscheinen und zu Verwechselungen Anlaß geben. Immerhin kann man aus den deutlichen Befunden ihrer runden und ganz anders gearteten Kerne, die meist ziemlich dunkel erscheinen, mit Sicherheit auf das Vorhandensein dieser Zellen schließen. Da sie zwischen erstgenannten Zellen liegen, so muß ihr Zelleib, umgekehrt wie der jener, basal seine größte Ausdehnung besitzen und distal spitz zulaufen (vgl. besonders Fig. 4, 5, 7); ja oft scheinen sie die Höhe der Cuticula nicht einmal zu erreichen. Ob diese Zellen zur Stütze dienen, oder ob sie Sinneszellen darstellen — Nervenendigungen konnte ich, bei der Dicke der Schnitte, nicht feststellen, und zum Mazerieren fehlte mir das Material — oder ob sie gar als primäre Stadien von Drüsen aufzufassen sind, wage ich nicht zu entscheiden.

Diese beiden Zellarten haben das gemeinsam, daß sie proximal einer dünnen Basalmembran aufsitzen; anders die dritte Zellart.

3. Diese besteht aus meist birn- selten becherförmigen Drüsenzellen, die nie, oder doch nur sehr selten bis auf die Basalmembran herunterreichen. Mit Hämatoxylin färben sie sich tief blauschwarz und lassen manchmal einen kleinen basalen Kern erkennen, der indessen meist von dem dunklen Inhalt ganz verdeckt wird (vgl. Fig. 5 *drz*). Es werden dies auch Mucindrüsen sein, wie die betreffenden Zellen in dem äußeren Epithel. Je nach dem Gehalt an Mucin erscheinen sie kleiner oder größer, mehr schmal und becherförmig, oder mehr bauchig und birnförmig. Sie durchsetzen distal die Cuticula, ja manchmal reichen sie scheinbar (— in Wirklichkeit handelt es sich wohl um ausgetretenes Sekret —) mit ihrem Porus secretorius noch ein Stück zwischen die Wimpern hinein.

Diese Drüsenzellen kommen nicht überall gleichmäßig häufig vor im inneren Mundlappenepithel, auch treten sie nicht bei allen Arten gleichmäßig stark auf, sondern, wie schon Thiele und List bei den Mytiliden fanden (vgl. Thiele 1886, p. 253 und Th. List 1902, p. 246), so kommen sie auch bei den Arcaceen in dem glatten ungerieften Mundlappenteile weit häufiger vor als in dem gerieften (vgl. zu diesem Zwecke die Fig. 3 u. 5 mit 6 u. 7). Eine Stelle, an der die Drüsen ferner sehr stark vertreten sind, fand ich bei Arca (Barbatia) barbata L. im dorsalen Anfangsteil der Rinne (von hinten an gerechnet). Überhaupt traf ich bei

eben genannter species, vielleicht infolge der besonders guten Konservierung, am meisten und bei Arca lactea am wenigsten Drüsen an.

Drüsige Elemente zwiefacher Art, wie sie Thiele und List konstatieren (vgl. l. c.), habe ich nicht entdecken können, vielleicht, weil ich in der Regel keine Doppelfärbung angewandt habe. Aber auch wo ich sie benutzt habe (Totalfärbung mit Hämatoxylin und Nachfärbung mit Eosin), wie bei einer Arca (Barbatia) Platei, waren in den beiden Epithelien der Mundlappen keine eosinophilen Drüsen zu sehen, wohl in dem ventralen inneren Mantelepithel. Auch Drüsen, die noch in das Bindegewebe der Mundlappen hinabreichten, fehlen den Arcaceen; wenn man nicht eine große Drüsenart, die ich merkwürdiger Weise nur in dem Bindegewebe der Mundlappen von Arca lactea fand, deren Ausführungsgänge ich aber bei der nicht eben glänzenden Konservierung des einzigen mir zur Verfügung stehenden Exemplares nicht habe auffinden können, als solche ansehen will. Diese Drüse ist azinöser Natur und zeigt bei Hämatoxylinfärbung eine violette Tingierung ihres grobkörnigen Inhaltes (vgl. Fig. 7 *dr*). Sie kommt in allen Teilen des Bindegewebes der Mundlappen vor, am häufigsten aber in der Ober- und Unterlippe. Vielleicht bildet sie einen Ersatz für die Speicheldrüsen anderer Mollusken. Ich fand nämlich unmittelbar an der Mundöffnung dieses Tieres große Schleimansammlungen vor, die dieselbe Färbung zeigten, wie die Schleimabsonderungen der flèche tricuspide des Magens, und ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich sie der sezernierenden Tätigkeit dieser azinösen Drüsen zuschreibe. Sie hätten dann den Zweck, sich mit den Nahrungspartikelchen zu vermischen und diese dem Magen leichter löslich zu machen. Eine ähnliche Ansicht vertritt auch Thiele (vgl. Thiele 1902, p. 394 u. 395): „Es sei hier erwähnt, daß physiologisch diese Drüsen (es handelt sich um Buccal- und Speicheldrüsen) wahrscheinlich bei den Lamellibranchien durch die Schleimdrüsen der Mundlappen und häufig auch der Kiemen und der Innenfläche des Mantels ersetzt werden, indem deren Sekret die zum Munde gewimperten Nahrungsteile umhüllt.“

Ebensowenig fand ich im Mundlappenepithel irgend welche deutlich erkennbare Sinneszellen. In diesem negativen Resultat muß ich List entschieden unterstützen, der darüber in seiner Monographie der Mytiliden kurz folgendermaßen berichtet (vgl. Th. List 1902, p. 246): „Über das Vorkommen von Sinnes-

zellen gelangte ich zu keinem positiven, einwandfreien Resultate." Umsomehr muß es befremden, wenn THIELE (1886, p. 252), nachdem er vorausgeschickt hat, daß „nach den übereinstimmenden Angaben von FLEMMING und SIMROTH Sinneszellen in den Mundlappen von Najaden selten sind", folgende Beschreibung von Sinneszellen in den Mundlappen von Unio gibt: „Ich habe auf Schnitten, welche die Leiste quer getroffen hatten, an gewissen Stellen schmale, dunkel tingierte Kerne wahrgenommen, von denen ich annehme, daß sie Sinneszellen angehören; dieselben befinden sich in den Vertiefungen zwischen den Leisten oder auch in diesen selbst auf ihrer übergeneigten Seite, meist in einer Erhöhung des Epithels. Sie sind immer sehr vereinzelt; gewöhnlich finden sich in einem feinen Schnitte zwischen zwei Leisten nicht mehr als zwei solcher Kerne. Von diesen Zellen Fortsätze in das Bindegewebe zu verfolgen, ist mir zwar nicht gelungen, doch glaube ich bei anderen Muscheln (Lithodomus) solche mit Bestimmtheit von ganz ähnlichen Gebilden gesehen zu haben (NB! der Verf.). An anderen Schnitten fällt es auf, daß in den Leisten an entsprechenden Stellen regelmäßige Einbuchtungen vorkommen (Fig 9), in deren Grunde meist zwei kurze Wimperzellen liegen, neben diesen beiderseits eine Sinneszelle".

Die beigegebene Zeichnung (Fig. IX) ist so undeutlich, daß man wirklich nichts Genaues daraus entnehmen kann. Wahrscheinlich verhält es sich damit so: infolge der Einbuchtung sind die beiden in Frage stehenden Zellen stark komprimiert und erscheinen dadurch schmaler und dunkler als die anderen, so daß THIELE dadurch auf den Gedanken kam, sie müßten etwas Besonderes sein. Der Zeichnung kann man das nicht ansehen.

Weiter schreibt THIELE (l. c. p. 253) von Mytilus: „Zwischen den Wimperzellen liegen in großer Zahl Sinneszellen, namentlich in der Spitze der Leisten; dort zeigt sich eine schwache Einbuchtung des Epithels, zu welcher zahlreiche Fasern (wohl Nerven) treten." Bei Lithodomus dactylus findet er noch mehr Sinneszellen wie bei Mytilius. „Einen solchen Reichtum an nervösen Elementen habe ich bei anderen Gattungen nicht wiedergefunden; Lithodomus und ähnlich auch Mytilus haben daher in ihren Mundlappen ein im höheren Grade für Sinneswahrnehmungen geschicktes Organ als die meisten übrigen Muscheln."

Warum publiziert THIELE keine Zeichnung seiner Befunde? Die Verständigung wäre dann viel leichter.

Auch der Satz THIELES (vgl. THIELE 1886, p. 252): „Wie die ganze übrige Oberfläche im Mantelraum der Lamellibranchier, ist auch die der Mundlappen mit Wimperepithel in einfacher Schicht bekleidet", ist in bezug auf die Gattung Arca unhaltbar, denn, wie gesagt, besitzen 1. die äußeren Epithelien ihrer Mundlappen keine Wimperzellen und 2. weist das innere Mantelepithel auch nicht überall solche auf, wohl z. B. an der Innenseite der ventralen Mantelränder.

Über die physiologische Bedeutung der Mundlappen bei den Lamellibranchiaten hat man sich wohl in jedem einzelnen Falle besonders klar zu werden. LIST schreibt darüber (vgl. LIST 1902, p. 251 u. 252): „Nach ERMANN (bei THIELE) dienen die Mundlappen 1. der Ernährung (Wasserströmung, Pulsation), 2. der Respiration und Hämathese (Gefäß mit Ramifikationen)." Also eine doppelte Funktion wird ihnen hier zugeschrieben, während SIMROTH (nach LIST l. c.) aus den Kontraktionen und der Bewimperung lediglich auf respiratorische Bestimmung schließt. Nun mag es ja sein, daß die Mundlappen bei solchen Lamellibranchiaten, bei denen sie (vielleicht auf Kosten der Kiemen) außergewöhnlich groß sind, auch mit an dem Respirationsgeschäft teilnehmen — wenigstens schreibt auch HESCHELER (vgl. HESCHELER, K. 1900, p. 163): „Die Mundlappen werden von Blutlakunen durchzogen, und es ist wahrscheinlich, daß sie neben ihrer Hauptfunktion als Zuleitungsorgan der Nahrung zum Munde auch eine Rolle bei der Atmung spielen" —, für Arca aber scheint mir das ziemlich ausgeschlossen zu sein; denn einmal sind die Mundlappen nicht sehr groß, weisen auch nicht übermäßig viel Blutbahnen auf, und dann sind ja die Kiemen hinreichend umfangreich genug, um ihr Spezialgeschäft allein besorgen zu können. Und ich muß THIELE völlig beipflichten, wenn er schreibt (1886, p. 267): „Bei einer großen Anzahl von Lamellibranchiaten bilden die Mundlappen eine so flache und oft lange Rinne, daß ihre Funktion als Zuleitungsorgan sofort aus der Form klar zu sein und eine andere ganz ausgeschlossen scheint, so bei Pinna, Lucina, Pectunculus, Arca und Solen." Ob insbesondere die Riefen oder parallelen Streifungen außer dem Zweck einer größeren Stabilität und einer erheblichen Oberflächenvergrößerung des Mundlappenepithels noch eine andere Bedeutung — vielleicht für die Strudelvermehrung — haben, kann ich nicht entscheiden.

Stenta, der in der infrabranchialen Kammer der Lamellibranchier zwei durch Flimmerung hervorgerufene Wandströmungen unterscheidet, nämlich (vgl. Stenta 1903, p. 222) a) „die zuführende, längs der unteren Kiemenkante verlaufende Nahrungsströmung einerseits“, b) „andererseits die längs des Mantelrandes verlaufende ausführende Rückströmung“, hat für Arca festgestellt, daß auch die Innenflächen der Mundlappen in der Richtung vom Mund weg flimmern und demnach dem Gebiete der Rückströmung angehören (vgl. Stenta, p. 224).

Zur Beschreibung des Darmtractus wähle ich zunächst die nach meinem Dafürhalten primitivste Species, nämlich Arca (Barbatia) Platei. Hier wendet sich der Ösophagus von der Mundöffnung in fast senkrecht aufsteigender Richtung dorsalwärts (vgl. Fig. 1 *oes*) — und zwar bei allen von mir untersuchten Arcaceen zwischen den vorderen Fußretraktoren hindurch — bis zur Höhe des dorsalen Randes des vorderen Adduktors *(ada)*, wo er dann in ziemlich scharfer Krümmung nach hinten umbiegt, eine Strecke weit fast parallel der dorsalen Körperlinie verläuft und schließlich von oben her in den Magen mündet, etwas rückwärts von dessen vorderem Zipfel. Die Mündungsstelle des Ösophagus in den Magen liegt immer ungefähr in einer Transversalebene mit den Pedalganglien. Der Magen selber erstreckt sich in der Richtung von vorn nach hinten nicht ganz bis an die hinteren Retraktoren. Er ist ein sackförmiges Gebilde mit einem ventralen Anhang, der sich im wesentlichen unter den mittleren drei Fünfteln seiner rechten Seite befindet, so daß man füglich von einem dorsalen und einem ventralen Magenabschnitt reden kann. Der dorsale Teil ist dorso-ventral abgeplattet und läuft vorn und hinten in einen Blindsack aus. Der ventrale dagegen, den wir mit List (1902) „Magendarm“ *(mgd)* nennen wollen, ist seitlich komprimiert und in seinem ventralsten Teile etwas nach links umgebogen. Ungefähr aus der Mitte des links gerichteten ventralen Zipfels des letzteren geht der Dünndarm *(düd)* hervor. Derselbe beschreibt zunächst eine kleine, den Pedalganglien dicht anliegende Schlinge nach vorn und rechts (vgl. Fig. 1), wendet sich darauf rückwärts und zieht an der rechten Magenseite mit einer bald mehr, bald weniger bedeutenden Ausbuchtung, die ich als Dickdarm *(did)* bezeichnen will, dorsalwärts empor, verjüngt sich am hinteren Magenzipfel zum Enddarm *(ed)* und begibt sich allmählich dorsal in die Medianebene des Körpers. In seinem weiteren Verlauf zieht er fast immer parallel der dor-

salen Körperlinie hin, durchbohrt Perikard und Ventrikel, zieht zwischen den hinteren Retraktoren hindurch, um sich schließlich der dorsalen Rundung des Adductors posterior *(adp)* anzulegen, ganz um ihn herum zu laufen und kurz vor seiner vorderen Transversalebene in die Analkammer zu münden. Der After *(an)* liegt also keineswegs terminal, sondern mündet vorn unter dem hinteren Adduktor in die Analkammer.

Ähnlich primitive Verhältnisse weist der Verlauf des Darmkanals von Arca lactea auf. Der Ösophagus wendet sich zunächst dorsal nach vorn bis an den Adductor anterior, wo er dann scharf umbiegt und dorsal nach hinten verläuft, um von der Ventralseite her direkt in den Anfangsteil des Magens zu münden. Dessen Verhältnisse stimmen mit denen von Arca (Barbatia) Platei im wesentlichen überein. Der Magendarm aber ist ventral weniger links gerichtet und entläßt hinten ventral etwas rechts den Dünndarm. Dieser wendet sich an der rechten Seite des Magendarms nach vorn, erreicht aber die Pedalganglien nicht, sondern biegt etwas vorher nach dorsal, rechts und hinten um, beschreibt gleich darauf eine kleine Schlinge nach vorn, rechts und ventral und geht dann wieder in der ursprünglichen Frontalebene nach hinten bis zum Ende des Magendarms. Hier erst steigt er als Dickdarm hinter der rechten Seite des Magens dorsal herauf der Mediane zu, geht als Enddarm durch Perikard und Ventrikel, um den Adductor posterior herum, mündet aber nicht so weit vorn, sondern etwa unter dem letzten Drittel des Adductors posterior.

Bei Arca (Barbatia) barbata (L.) ist der Verlauf des Ösophagus sehr variabel. Bald muß er — wenn die Mundöffnung unter dem Adduktor ant. liegt — erst ein Stück ohne bedeutende Steigung nach vorn verlaufen, ehe er sich aufrichten und in anfangs fast senkrechter, dann ziemlich gleichmäßig gekrümmter Linie sich dorsal nach hinten wenden kann. Bald ist sein Verlauf ähnlich dem oben von Arca lactea beschriebenen, bald zieht er von vornherein in leicht dorsal gekrümmtem Bogen nach hinten [1]). Er mündet nicht dorsal, auch nicht von vorn, sondern ein wenig rückwärts seiner vorderen Spitze von der Ventralseite her in den Magen. Der Magendarm hängt, im Gegensatz zu den beiden vorigen Arten, mehr unter der linken Magenseite und zwar größtenteils unter dem letzten Magenviertel. Er ist

1) Wahrscheinlich spielt bei diesen Befunden indessen auch die Schnittrichtung und der Kontraktionszustand des Tieres eine Rolle.

also in der Frontalebene weniger ausgedehnt, dafür erstreckt er sich um so länger in der transversalen Richtung. Sein ventraler Zipfel ist etwas nach rechts umgebogen und entläßt etwa in seiner Mitte nach rechts und vorn den Dünndarm, der ziemlich komplizierte Windungen und Schlingen bildet. Er zieht zunächst eine Strecke nach vorn, beschreibt dann nach hinten, links und dorsal eine kleine Schlinge, um sich sogleich wieder nach vorn, rechts und etwas ventral zu begeben bis unter die Mitte der Pedalganglien. Hier macht er unvermittelt eine Biegung nach hinten und rechts bis unter den vorderen Teil des Magendarms, wo er dann nochmals nach vorn und etwas nach dorsal und rechts umbiegt, um wieder, dicht vor den Pedalganglien angekommen, sich nach hinten dorsal und etwas rechts zu wenden. Nun zieht er rechts am Magendarm vorbei nach hinten und steigt als Dickdarm mit noch zwei kleinen Biegungen nach links ganz zur Höhe des dorsalen Magenrandes empor, bis er in der Mediane, zum Enddarm verjüngt, nach hinten verläuft wie sonst. Die Zeichnung, die Ménegaux (1890, p. 76, Fig. 23) vom Darmkanal von A. barbata liefert, ist also total falsch, denn er zeichnet den Magendarm gar nicht und läßt den Enddarm terminal aus dem Magen hervorgehen. Zum Unterschied von den beiden vorigen Arten aber durchbohrt er weder Perikard noch Ventrikel, sondern die Perikardialhöhlen sind vollständig voneinander getrennt und treten nur mit ihrer schmalen Medianseite bis dicht an die Muscularis des Darmes heran.

Thiele liefert eine allgemeine Beschreibung des Darmkanals von Arca tetragona und Arca noae (vgl. Thiele 1902, p. 383), die sich mit meinen Befunden bei Arca noae im wesentlichen deckt; ich habe seinen Ausführungen indessen noch einiges von Wichtigkeit hinzuzufügen.

Das Vorhandensein eines Magendarms (= Darmrinne + Kristallstielbehälter) hat Thiele z. B. nicht erkannt. Ich habe denselben aber auch bei A. noae konstatieren können — zweifellos würde man auch bei A. tetragona einen solchen nachweisen können —, und zwar hängt er unter der linken Magenseite. Auch unterscheide ich deutlich einen englumigen Teil des Darmes (Dünndarm), soweit er nach vorn zieht, und einen weitlumigen (Dickdarm), von der Umbiegungsstelle nach hinten an bis zum Ende des Magens, bei A. noae. Ob es ferner richtig war, diesen Fall als typisch für alle Arcaceen hinzustellen, wie es Thiele offenbar getan hat, erscheint mir, wenn man die einzelnen Arten

vergleicht, etwas zweifelhaft. Schließlich will ich nicht unerwähnt lassen, daß im Gegensatz zu anderen Arcaceen der Ösophagus bei A. noae sich allmählich zum Magen ausweitet, so daß man keine genaue Grenze zwischen beiden festlegen kann.

Der Darmtractus von Arca angulata ist dem von A. (Barbatia) Platei sehr ähnlich, nur ist der Magendarm auch hier mehr in der Vertikalen ausgedehnt als in der Horizontalen.

Ich will nun kurz vergleichend noch einmal die morphologisch wichtigsten Tatsachen hervorheben:

1. Der Ösophagus ist kurz und macht einen nach rückwärts offenen Bogen. Ob er relativ kürzer ist als der bei Nucula — wie THIELE schreibt — möchte ich bezweifeln.

2. Die Mündung des Ösophagus in den Magen liegt an verschiedenen Stellen. Sie kann erfolgen:

a) von von vorn ventral (bei A. lactea und A. angulata),

b) auch von ventraler Seite, aber ein Stück hinter dem Anfangsteil des Magens (bei A. barbata),

c) von dorsal und ein Stück hinter dem Magenanfang (bei A. Platei),

d) durch allmähliche Ausweitung (bei A. noae).

3. Alle Arcaceen besitzen einen Magendarm, bestehend aus Darmrinne und Kristallstielbehälter, der indessen zum Magen eine etwas verschiedene Lage einnehmen kann.

4. Aus dem Magendarm geht der Dünndarm hervor, der bei A. Platei, A. lactea, A. noae und A. angulata verhältnismäßig einfach, bei A. barbata komplizierter ist und erst in den Dickdarm, dann in den Enddarm übergeht. Dünn- und Dickdarm liegen immer in der rechten Längshälfte des Körpers, rechts vom Magen.

5. Sehr variabel ist die Lage des Enddarmes zum Herzen:

a) Bei A. Platei und A. lactea werden Perikard und Ventrikel vom Darm durchbohrt,

b) bei A. barbata findet schon eine vollständige Trennung des Herzens in zwei Hälften statt, die allerdings noch bis an den Darm herantreten,

c) bei A. noae und A. angulata ist das Doppelherz auf beiden Seiten weit vom Darm entfernt.

(Die weitere Besprechung dieser Verhältnisse erfolgt in dem Kapitel über die Zirkulation.)

6. Der ganze Darmtractus ist deshalb sicher nicht primitiver als der der Nuculiden, denn bei Arca ist stets ein Magendarm vorhanden, während die Ausbildung eines solchen bei den Nuculiden sich erst anzubahnen scheint.

Betrachten wir nun die einzelnen Abschnitte des Verdauungskanals etwas genauer: Der Ösophagus bei Arca (Barbatia) Platei ist mit einem bewimperten, ziemlich hochprismatischen Epithel ausgekleidet, und zwar ist es zu Anfang überall annähernd gleichmäßig hoch. Zwar setzen sich die inneren Mundlappen direkt in den Ösophagus hinein fort, bilden aber, wie gesagt, keinerlei Längswülste. Diese Verhältnisse sind also denkbar primitiv und einfach. In seinem weiteren Verlauf nimmt das Lumen des Ösophagus dann etwas ab und erscheint bis zum Magen hin dorsoventral bald mehr, bald weniger stark komprimiert, wobei sich beiderseits lateral geringe Andeutungen von Längsrinnen bemerkbar machen mit nur wenig niedrigerem Epithel. Ventrale und dorsale Furchen fehlen bei dieser Spezies gänzlich. Ebensowenig habe ich in den Epithelzellen irgendwelche Spuren eines Pigments bemerken können. Aber eine auffallende Erscheinung trat mir bei einem Exemplar entgegen: es wies nämlich der Ösophagus an der Stelle, wo er nach fast senkrechtem Aufstieg nach hinten umbiegt, eine ganz bedeutende Erweiterung seines Lumens auf. (Ich habe diese Stelle, weil sie von vier untersuchten Exemplaren nur bei einem auftrat, durch eine punktierte Linie angedeutet, vgl. Fig. 1). Durch Kontraktion des Körpers allein kann diese Erweiterung wohl kaum entstanden sein, selbst wenn wir die Möglichkeit der Verschiebung dieser Teile des Verdauungskanales, die ja nur sehr lose in ihrer Umgebung befestigt sind, zugeben. Die Ausbuchtung ist nämlich zu gewaltig, um auf eine Zerrung zurückgeführt werden zu können, und so wird man schließlich nicht umhin können, sie als ein — vielleicht pathologisches — Gebilde sui generis hinzustellen. Das Epithel weist in dieser Erweiterung keinerlei Veränderungen auf, was auch gegen eine Entstehung durch Zerrung spricht.

Der Ösophagus von Arca (Barbatia) barbata (L.) ist ganz ähnlich; nur sind die Lateralrinnen, die kurz hinter der Mundöffnung beginnen, hier bedeutend stärker ausgeprägt. Bei jungen Tieren ist das Lumen stets fast vollkommen rund bis zum Magen hin, bei älteren Exemplaren dagegen engen die Rektractores pedis ant. den Ösophagus ein, so daß der Tractus intestinalis gleich hinter der Mundöffnung ein faltenreiches Epithel aufweist, das

sich allmählich zu vier Längswülsten ordnet, die ihrerseits vier Längsrinnen zwischen sich fassen. Zwei davon sind lateral angeordnet und ziemlich breit, während die beiden anderen bedeutend schmaler und der eine dorsal, der andere ventral zu finden sind. Diese Verhältnisse sind ganz ähnlich denen, die IGEL bei Phaseolicama beschrieben (vgl. IGEL, 1908, p. 18) hat, auch die Kreuzform des Querschnittsbildes ist vorhanden. Die Längsrinnen sind ausgekleidet von flachem und wimperlosem kubischem Epithel, wie es auch von STEMPELL bei Leda sulculata beschrieben wurde (vgl. STEMPELL, 1898, p. 384). Außerdem zeigt sich bei älteren Exemplaren der Ösophagus zum Magen hin mehr oder weniger stark komprimiert.

Es scheint also die Gestalt, die Weite des Lumens und das Epithel des Ösophagus je nach dem Alter und dem Kontraktionszustand des Tieres einem nicht unbedeutenden Wechsel zu unterliegen.

Dieselben dunkelgefärbten Drüsen, die sich schon im Mundlappenepithel von Arca barbata fanden und von denen ich nicht weiß, ob es Mucindrüsen sind, treten auch im Epithel des Ösophagus auf. Außerdem finden sich zwischen den bewimperten hochprismatischen Zellen seines Epithels noch kleinere, oft becherförmige Drüsenzellen, die einen basalen, kleinen, runden Kern aufweisen — im Gegensatz zu dem länglich-ovalen, mehr in der Mitte gelegenen Kern der hochprismatischen Zellen — und deren Inhalt bei Hämatoxylintingierung eine indifferente, weißliche Färbung zeigt, die kaum wahrnehmbar ist. Diese Drüsenart kommt auch im Magen und im Darme vor (vgl. Fig. 12 u. 22) und ich weiß nicht, ob man sie als selbständige Drüsenzellen neben den dunkelgefärbten ansehen soll, oder — was ich lieber tun möchte — ob sie als mit jenen identisch zu betrachten sind und vielleicht nur ein früheres Stadium derselben darstellen, auf dem das Sekret gewissermaßen noch unreif wäre und sich deshalb zum Hämatoxylin anders verhielte.

Der stets dorso-ventral komprimierte Ösophagus von Arca noae wird in seinem Verlauf zum Magen durch die Retractores pedis ant. nicht gehindert, was aus seiner auch dort unveränderten Form hervorgeht, die im anderen Falle seitlich komprimiert erscheinen müßte. Ein Unterschied im Bau seines Epithels tritt so gut wie gar nicht hervor, es ist meist gleichmäßig hochprismatisch und bewimpert und nur seitlich ganz wenig niedriger, so daß man kaum von Längsrinnen reden kann. Im Gegensatz zu allen

anderen von mir untersuchten Arca-Arten, bei denen die Abgrenzung des Ösophagus gegen den Magen hin eine relativ scharfe ist, geht das Schlundrohr von Arca noae, wie gesagt, ganz unmerklich und allmählich in den ebenfalls dorsoventral sehr komprimierten Magen über, der dorsal langsam an Raum gewinnt.

An der Grenze zwischen Mundhöhle und Ösophagus befindet sich bei Arca angulata (King) ventralwärts eine kleine blindsackartige Abschnürung, die sich nach der Mundhöhle hin öffnet, während ihr geschlossenes Ende nach hinten gerichtet ist. Sie stellt ein nicht gerade großes, aber auffallendes, unpaares Gebilde dar, ein mit hochprismatischem Flimmerepithel ausgekleidetes ventrales Rohr, das dorsoventral komprimiert ist und dorsal durch eine schmale Rinne mit dem Lumen des Schlundrohres in Verbindung steht (vgl. Fig. 9 *bak*).

In ihrem mittleren Teil wird diese Verbindung erweitert, um dann hinten ganz aufzuhören, so daß diese sehr kurze und, absolut betrachtet, durchaus unbedeutende — weswegen ich sie auch nicht als rudimentäre Schlundhöhle bezeichnen möchte — Abschnürung schließlich als winziger ventraler Anhang des Ösophagus blind endigt.

Ihr außerordentlich hohes, prismatisches Flimmerepithel erstreckt sich auch noch eine Strecke weit in das Schlundrohr hinein, um dann plötzlich in ein weit niedrigeres Flimmerepithel überzugehen. Überall, sowohl in dem abgeschnürten ventralen Teil, wie im Ösophagus selber, finden wir in dem distalen Ende der Zellen ein bräunliches Pigment abgelagert (vgl. Fig. 9), und ferner ist eine besonders starke Basalmembran, namentlich ventral und dorsal, für diesen Teil des Schlundrohres charakteristisch.

Dies alles liegt an der Stelle, wo der Ösophagus sich durch die vorderen Fußrückzieher (*rpa*) hindurchwindet, und es ist wohl möglich, daß das eben beschriebene Gebilde durch Abschnürung entstanden ist; daß es eine rudimentäre Radulatasche darstelle, halte ich für gänzlich ausgeschlossen. Der Druck der Retractores pedis ant. kann auf die Gestalt des Schlundrohres sehr erheblich einwirken und sein Lumen seitlich ganz ungeheuer verengern, wobei es dann in dorsoventraler Richtung Raum zur Ausdehnung findet. Der Querschnitt zeigt in dieser Region manchmal in dorsoventraler Richtung das Vier- bis Fünffache der lateralen Dimension; gleichwohl ist jederseits lateral etwas über der Mitte schon eine Längsrinne angedeutet (vgl. Fig. 9). Kaum hat der Ösophagus die Retraktoren verlassen, so flacht er sich dorso-

ventral ab, nimmt zunächst eine runde, dann die Gestalt einer bikonvexen Linse an und weist jederseits lateral eine deutliche Längsrinne auf, die indessen hier auch bewimpertes Epithel aufzeigt. So mündet er unter merklicher Verengerung seines Lumens von der ventralen Seite etwas rechts her in den Magen. Histologisch kann ich weiter über den Ösophagus hinsichtlich des Vorkommens von Drüsen nichts Bestimmtes sagen, da zum Teil das Epithel nicht dementsprechend erhalten, andererseits aber auch die Schnitte reichlich dick waren. Dasselbe gilt für Arca noae.

Mit einer Ausnahme — Arca (Barbatia) Platei, wo der Ösophagus von dorsal her in den Magen eintritt (vgl. Fig. 1) — mündet der Ösophagus bei allen mir zur Verfügung stehenden Arca-Arten von der ventralen Seite her in den Magen. Dieser ist meist im Verhältnis zu der Größe des Tieres ziemlich klein und scheint durchaus nicht mit dem Wachstum des übrigen Körpers, namentlich nicht mit dem der Muskelmasse, gleichen Schritt zu halten (vgl. die Tabelle p. 382). So beträgt z. B. bei einer 12,12 mm langen Arca barbata die Länge des Magens 2,35 mm = 19,4%, während bei einer 17,64 mm langen Arca barbata die Magenlänge nur 3,22 mm beträgt = 18,2%. Auffallender noch sind die Zahlen bei Arca angulata:

Länge des Tieres 16,15 mm, des Magens 3,36 mm = 20,8%,
„ „ „ 27,52 „ „ „ 3,27 mm = 11,9%;

zum Teil kommen diese Differenzen natürlich durch den verschiedenen Kontraktionszustand der Tiere zustande. Im großen und ganzen spindel-sackförmig, ist seine Gestalt als sehr wandelbar zu bezeichnen, da sie sehr von Veränderungen seiner Umgebung abhängig ist, namentlich von den Kontraktionen des hinteren Retraktors. So erscheint er bald dorsoventral außerordentlich stark komprimiert und infolgedessen seitlich sehr ausgedehnt (wie bei Arca noae), bald ist er nach der einen, bald nach der anderen Seite verschoben oder vorgebuchtet. — Um diesen fortgesetzt auf ihn einwirkenden Druck- und Zugkräften besser zu begegnen, so scheint mir, hat er zahlreiche Wülste und Rinnen, namentlich in transversaler Richtung in seinem Epithel ausgebildet, um die sich die einzelnen Teile der Magenwand dann leichter drehen können, so daß Quetschungen und Zerrungen vermieden werden. Die Funktion dieser Einrichtungen denke ich mir ganz ähnlich, wie sie Igel von den Längswülsten und -rinnen des Ösophagus und Darmes von Phaseolicama magellanica annimmt (vgl. Igel, 1908, pag. 21).

Immer besteht der Magen aus zwei Teilen, die auf den ersten Blick als gleichartig erscheinen, sich aber bei genauerer Untersuchung als ganz heterogene Gebilde zu erkennen geben. Es sind dies ein in horizontaler Richtung ausgedehnter dorsaler Teil, der eigentliche Magen (Fig. 1 *mg*), und ein darunter hängender, im wesentlichen in vertikaler Richtung sich hinziehender, oft säbelförmig gekrümmter ventraler Teil, der Magendarm (Fig. 1 *mgd*), wie ich ihn mit List (1902) bezeichnen möchte.

Der dorsale Teil, also der eigentliche Magen, zerfällt wieder in verschiedene Abteilungen, die ich einzeln ausgemessen, in Prozenten ausgerechnet und in einer Tabelle zusammengestellt habe. — Zunächst bemerkt man einen kleinen vorderen Blindsack, der sich bis zur Einmündung des Ösophagus erstreckt (vgl. Fig. 1). Sein Umfang richtet sich wohl zum Teil nach der Ösophagusmündung und ist daher bei den einzelnen Arten verschieden groß, wie aus der Tabelle ersichtlich ist. Bei manchen Tieren indessen kann man gar nicht von einem vorderen Blindsack reden. Man kann sich nun denken, daß ein vorderer Magenblindsack immer dann entsteht, wenn das Tier seinen Fuß in die Schale zurückzieht, sich also komprimiert, indem man sich vorstellt, daß durch die Kontraktionen des hinteren Retraktors der Magen, der hinten in unmittelbarer Nachbarschaft des Retractors post. liegt, nach vorn verdrängt wird. Da seine Wandung nämlich keineswegs stabil genug ist, um allen auf sie einwirkenden Druck- und Zugkräften Widerstand zu leisten, so würde sich nach meiner Vorstellung dabei die dorsale Wand des Magens um seine — durch den Magendarm und ein davor gelegenes ventrales queres Muskelband (vgl. Fig. 13 und Textfig. 1) — ziemlich fest verankerte Ventralseite von hinten nach vorn drehen oder verschieben und so vorn den erwähnten Blindsack hervorrufen. Hinten nämlich hat der Magen ebenfalls einen Blindsack, wie auch Thiele erwähnt (vgl. Thiele 1902, p. 383), und zwar ist dieser durchgehends vorhanden. Wie nun die Tabelle zeigt, ist der hintere Blindsack stets dann am umfangreichsten, wenn der vordere am kleinsten oder gar nicht vorhanden ist und umgekehrt. Damit scheint mir erwiesen zu sein, daß es sich wirklich im wesentlichen um Drehung oder Verschiebung der dorsalen Magenwand nach vorn handeln muß. Zum Teil freilich wird sich auch die Magenwand im Kontraktionszustand des Tieres nach einer oder nach mehreren anderen Richtungen verschieben oder ausbuchten, und auch der Magendarm wird etwas mit davon betroffen werden, was

**Tabelle A.**

| Art | | Arca Platei | Arca lactea | Arca barbata I | Arca barbata II | Arca noae | Arca angulata I | Arca angulata II |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Gesamtlänge | | 16,9 | 8,85 | 12,12 | 17,64 | 42,6 | 16,15 | 27,52 mm |
| 2. Vorn—Magenende | a) | 5,7 | 3,72 | 5,71 | 5,52 | 18,1 | 7,39 | 10,74 mm |
| | b) | 33,7 | 42,1 | **47,1** | **32,4** | 42,4 | 45,7 | 39,0 % |
| 3. Magenende—hinten | a) | 11,55 | 5,13 | 6,41 | 12,12 | 24,53 | 8,76 | 16,78 mm |
| | b) | **68,3** | 57,9 | **52,9** | 67,6 | 57,6 | 54,3 | 61,0 % |
| 4. Mund—Magenende | a) | 3,08 | 2,31 | 3,22 | 3,72 | 8,0 | 5,89 | 6,18 mm |
| | b) | **18,2** | 26,1 | 26,5 | 21,1 | 18,8 | **36,4** | 22,4 % |
| 5. Magenende—After | a) | 8,47 | 3,74 | 5,1 | 10,32 | 19,53 | 5,9 | 16,0 mm |
| | b) | 50,1 | 42,3 | 42,1 | **58,5** | 45,8 | **36,5** | 58,1 % |
| 6. Mund—After | a) | 11,69 | 5,84 | 8,33 | 13,54 | 27,58 | 11,78 | 22,18 mm |
| | b) | 69,1 | 65,9 | 68,7 | 71,1 | **64,7** | 72,9 | **80,6** % |
| 7. Ösophagus | a) | 1,52 | 0,65 | 1,20 | 1,6 | 4,61 | 2,93 | 3,9 mm |
| | b) | 8,9 | **7,5** | 9,9 | 9,1 | 10,8 | **18,2** | 14,1 % |
| 8. Magen | a) | 2,44 | 1,7 | 2,35 | 3,22 | 4,44 | 3,36 | 3,27 mm |
| | b) | 14,2 | 19,2 | 19,4 | 18,2 | **10,4** | **20,8** | 11,9 % |

**Tabelle B.**

| Art | Arca Platei | Arca lactea | Arca barbata I | Arca barbata II | Arca noae | Arca angulata I | Arca angulata II |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Pars cardiaca | 13,9 | — | 13,6 | 18,6 | 22,5 | **11,3** | **29,6** % |
| 2. Fundusteil | **9,0** | — | 35,3 | **49,4** | 34,7 | 38,9 | 33,9 % |
| 3. Pars pylorica | **77,0** | — | 51,1 | **31,9** | 43,0 | 49,3 | 35,8 % |
| 4. Vord. Magenblindsack | 6,6 | — | 2,6 | **13,0** | **0,0** | **0,0** | 3,9 % |
| 5. Hint. „ | 22,5 | **27,7** | 20,0 | **7,8** | 27,5 | 26,2 | 19,3 % |
| 6. Magendarm | **54,0** | 42,9 | 31,0 | 24,2 | **15,3** | 23,2 | 16,5 % |

Tabelle zur Aufzeigung: **A.** der Lageverhältnisse des Magens im Körper und **B.** der Größenverhältnisse der einzelnen Magenabschnitte zum Magen bei den verschiedenen Arcaceen.

Die Zahlen stellen dar bei **A**:

1. Die Gesamtlänge der einzelnen Tiere in Millimetern.
2. a) Die absolute Entfernung vom vorderen Mantelrand bis zum Magenende.
3. a) „ „ „ „ Magenende bis zum hinteren Mantelrand.
4. a) „ „ „ „ Mund bis zum Magenende } Abstand.
5. a) „ „ „ „ Magenende bis zum After } Abstand.
6. a) „ „ „ „ Mund bis zum After } Abstand.
7. a) „ „ Länge des Ösophagus } Abstand.
8. a) „ „ „ „ Magens. } Abstand.

2. b—8. b: dasselbe relativ in Prozenten zur Gesamtlänge der Tiere.

Die Zahlen stellen dar bei **B**:

1. Die Größe der Pars cardiaca im Verhältnis zum Magen.
2. „ „ des Fundusteils „ „ „ „
3. „ „ der Pars pylorica „ „ „ „
4. „ „ des vorderen Magenblindsackes im Verhältnis zum Magen.
5. „ „ „ hinteren „ „ „ „ „
6. „ Weite der Magendarmöffnung „ „ „ „

NB.! Alle Angaben beziehen sich auf die Längenausdehnung.

Bei Arca barbata und Arca angulata bedeutet:

I junges Tier in unkontrahiertem Zustande,
II älteres Tier in kontrahiertem Zustande.

Die jeweiligen kleinsten und größten Zahlenwerte sind durch fette Ziffern gekennzeichnet.

man daraus entnehmen kann, daß im kontrahierten Zustande des Tieres die Zahlenwerte für vorderen und hinteren Blindsack zusammengenommen nie der Summe gleichkommen, die man erhält, wenn man diese Werte für den unkontrahierten Zustand des

Tieres addiert. Um ein Beispiel anzuführen, so ist bei Arca (Barbatia) barbata (L.) — in der Tabelle unter I — diese Summe in unkontrahiertem Zustande = 22,6 %, in kontrahiertem dagegen (II) = 20,8 %, also um 1,8 % geringer. Wem diese Zahlen noch nicht genügen, der möge die Werte betrachten, die sich ergeben, wenn man die Entfernung vom Vorderende des Tieres bis zum Magenende und vom Magenende bis hinten mißt (siehe Tabelle). Diese sind z. B. für Arca (Barbatia) barbata (L.) I (unkontrahiert) 47,1 % und 52,9 %, also die Differenz 5,8 %, für II (kontrahiert) dagegen 32,4 % und 67,6 %, also ist die Differenz 35,2 %.

Hieraus, und auch aus den Zahlen für den Magen als Ganzes (vgl. Tabelle), denke ich, ergibt sich mit größter Deutlichkeit, daß die Kontraktion des hinteren Retraktors eine beträchtliche Verschiebung des Magens nach vorn hervorruft, die auch auf seine Ausdehnung und Gestaltung von bedeutendem Einfluß sein muß. Außerdem könnte man diese Zahlen auch (trotz Rücksicht auf Kontraktionszustand) für das enorme Wachstum der Retraktoren bei zunehmendem Alter (II ist älter und größer als I) zum Beweis ins Feld führen.

Mit der Mündung des Ösophagus (inkl.) zusammen will ich den Anfangsteil des Magens als Pars cardiaca bezeichnen, daran anschließend den mittleren Abschnitt bis zum Magendarm (exkl.) als Fundusteil, weil der Magen auf dieser Strecke in der Regel [ausgenommen bei A. (Barbatia) Platei] seine größte Dorsoventral-Ausdehnung hat, und den Endteil, vom Magendarm bis hinten, als Pars pylorica, indem ich die Bezeichnungen aus der menschlichen Anatomie auf diese Tiergattung übertrage.

Die einzelnen Abschnitte verhalten sich ihrer Größe nach sehr verschieden bei den einzelnen Spezies, wie aus der Tabelle hervorgeht. Besonders Arca (Barbatia) Platei weicht, was den Fundusteil (der hier sehr klein ist) und die Pars pylorica anlangt, in ganz auffallender Weise von den übrigen Spezies ab (vgl. die Tabelle). Wie sich diese Verhältnisse bei Arca lactea darstellen, konnte ich leider nicht konstatieren, da sich mein Exemplar für den ganzen vorderen Teil des Magens als nicht genügend gut konserviert erwies.

In den Fundusteil des Magens öffnet sich — mit mindestens 10 Öffnungen — in der Regel die Leber (Hepatopankreas), außer bei Arca Platei, die auch hierin eine Ausnahme macht, und wo schon die Pars cardiaca die Lebermündungen aufnimmt. Nach

Thiele (1902, p. 383) mündet die Leber am äußersten Vorderende des Magens durch zwei Gänge, die aber bei Arca so kurz und weit sein können, daß mehrere der sekundären Gänge sich fast unmittelbar in den Magen öffnen. Diese Beschreibung trifft nach meinen Untersuchungen nur für die von Thiele ja noch nicht untersuchte Arca (Barbatia) Platei einigermaßen zu, denn hier finden die Mündungen in der Tat an zwei ziemlich eng umgrenzten Stellen statt am äußersten Vorderende des Magens. Von zwei Gängen kann man indessen selbst hier eigentlich nicht reden, denn in Wirklichkeit münden jederseits sechs. Ihre Anordnung ist eine äußerst symmetrische: stets kommen beiderseits je zwei Leberschläuche von vorn, je einer direkt von der lateralen Seite und je drei von hinten; sie münden auf jeder Seite dicht nebeneinander, die eine Mündung von der anderen um weniges in lateraler, dorsaler oder ventraler Richtung entfernt, alle aber mehr oder minder deutlich voneinander getrennt.

Für Arca (Barbatia) barbata (L.) ist im Gegensatz zum eben Besprochenen für die Lebermündungen die ausgesprochenste Asymmetrie bezeichnend, so daß man bei dieser Art nur von einer im Fundusteil gelegenen Lebermündungszone reden kann (vgl. Fig. 11 *lbs*). Die Anzahl der Schläuche scheint mir sehr variabel zu sein, ich zählte meist 12—15, von denen einige ventrale reiche Verästelungen aufwiesen. — Asymmetrisch ist auch das Verhalten der Lebermündungen bei Arca noae. Infolge der starken Abplattung des Magens in dorsoventraler Richtung münden hier die meisten Schläuche ventral. Ich zählte im ganzen Bereich der Mündungszone 11 Öffnungen. Zwei mehr laterale Schläuche waren sehr verästelt. — Etwas mehr zur Symmetrie neigt wieder Arca angulata King. Hier fand ich jederseits lateral je vier und median-ventral noch zwei Lebermündungen, also im ganzen 10. Verästelt zeigten sich die ventralen.

Es scheint also, daß die Arcaceen entweder von dem Stadium, wo die Leberausführungsgänge in jederseits einen gemeinsamen Sammelkanal ausmünden, noch ziemlich weit entfernt sind — und das wäre dann vielleicht ein neuer Beweis für das primitive Verhalten dieser Tiere — oder man muß diesen Zustand als sekundär erworbene Bildung ansehen. Nach Drew (vgl. Drew 1901, p. 349ff.) tritt nämlich ontogenetisch, wenn der fertig ausgebildete Adduktor zum ersten Male die Schale des Embryos zusammenzieht — bei Nucula delphinodonta, Nucula proxima und Yoldia limatula — durch den dadurch entstehenden Druck ein Zerfall

der Leberlappen ein. Ihre Zellen werden mehr oder weniger getrennt und füllen zum großen Teil den Hohlraum dorsal des Magens aus. Später, so meint er, werden aufs neue Leberlappen (zusammenhängende) gebildet. Auch die Magenwand kommt nicht ohne Schaden davon, sie bricht infolge des Druckes und der Verschiebung der Leberlappen an einigen Stellen auf und einige der getrennten Leberzellen finden ihren Weg in diese Öffnung des Magens. Scheinbar lebt der Embryo nun einige Tage von so in seinen Magen gelangten Leberzellen, bis sich die Verhältnisse wieder geordnet haben. — Wenn dieser Vorgang sich nun bei Arca ähnlich abspielte, so meine ich, wäre es nicht allzu schwer, sich vorzustellen, daß sich in der Bruchzone des Magens bei dieser Gelegenheit neue Lebermündungen sekundär anlegen und sich weiterhin erhalten. Auf diese Weise kommt das Verhalten der Lebermündungen bei Arca unserem Verständnis wenigstens etwas näher. Asymmetrie in der Anordnung der Leberausführungsgänge beschreibt übrigens auch STEMPELL (vgl. STEMPELL 1898, p. 387) bei den Nuculiden, nur ist die Zahl dort weit kleiner (nämlich drei, einer rechts, zwei links) als bei den Arcaceen.

In der Pars cardiaca und dem vorderen Fundusteil weist der Magen ventral dasselbe Epithel auf wie der Ösophagus, ein ziemlich hohes mit Flimmern versehenes Prismenepithel (vgl. Fig. 10 u. 11), das nur in der Umgebung der Lebermündungen zu einem weit niedrigeren modifiziert erscheint (vgl. Fig. 11). Dorsal dagegen ist der vordere Blindsack in der Regel zunächst mit einem Falten vortäuschenden, Zotten bildenden, bewimperten Prismenepithel ausgestattet, in dem Stellen höheren mit solchen niederen Epithels abwechselnd ineinander übergehen (vgl. Fig. 10). Nach hinten zu, in dem Fundusteil des Magens — der bei A. barbata zuerst eine dorsal zugespitzte (Fig. 11), dann eine wappenschildähnliche (Fig. 13) Form im Querschnitt zeigt — geht dies dorsale Epithel in leistenartige Verdickungen bedeutend höheren bewimperten Prismenepithels über, die, selbst unregelmäßig angeordnet, unregelmäßig verlaufende Rinnen zwischen sich fassen (vgl. Fig. 11). Lateral gehen beide Epithelien ineinander über. In einer solchen lateralen Übergangszone im Fundusteil des Magens von A. barbata fand ich eine sich von den angrenzenden hochprismatischen Epithelleisten erheblich unterscheidende Stelle niedrigeren Epithels, das aus zweierlei verschiedenen Zellen zusammengesetzt war (vgl. Fig. 20), welche ich mit einer ca. 2000-

fachen Vergrößerung, — deren Ermöglichung ich der Güte Herrn Prof. Dr. Stempells verdanke — untersuchen konnte. Dabei ergab sich die Tatsache, daß hier immer ein Bündel von wenigen Zellen dunkleren Inhaltes kontinuierlich abwechselt mit einem Zellkomplex einer etwas größeren Anzahl von Zellen hellerer Färbung. Beide Zellarten führen einen länglichen ovalen Kern mit diffuser Kernmasse, der bei ersteren mehr distal, bei letzteren mehr basal oder medial gelegen ist. Die dunklen Zellen laufen basal spitz zu und sind distalwärts mit je einem langen Wimperbüschel versehen, an dessen Grunde man außer kleinen punktartigen Knötchen noch eine tiefschwarze Strichelung wahrnehmen kann. Letzterer ist offenbar der Sitz der einzelnen Wimpern, wenigstens kann man sie bis da hinein deutlich verfolgen. Zwischen diesen Wimperwurzeln und dem eigentlichen Zelleib ist jedesmal eine kleine hellere Zone bemerkbar, die ich als untere Grenze der Cuticula auffassen möchte; demnach wurzelten die Wimperbüschel in der Cuticula. Die helleren Zellen haben ein distal und proximal annähernd gleich weites Lumen, sie tragen distal auch Wimperbüschel, die aber im Gegensatz zu den eben beschriebenen keine Knötchen aufweisen und außerdem nach der Mitte zu sich zusammenschließen, während bei ersteren die Wimperbüschel gesondert bleiben. Die Wimpern sind außerdem hier etwas kürzer, und durch das Zusammenschließen entsteht ungefähr das Bild einer gemeinsamen Wimperflamme; ihr Wurzelsitz ist auch hier aus der schwarzen Strichelung kenntlich. Die dunklen Zellen überragen die hellen wie durch ihre Wimperbüschel, so auch durch die Länge ihrer Zellen um weniges. Unter sich sind sie alle gleich hoch, während die hellen in der Nachbarschaft der dunklen höher sind als in der Mitte zwischen ihnen, so daß ihre Grenze nach dem Mageninnern zu eine konkave Linie bildet. Noch muß ich erwähnen, daß sich gewöhnlich in der Nähe des basalen Teiles der dunklen Zellen oder unmittelbar ihnen angelagert (vgl. Fig. 20), doch meist in der basalen Region der hellen Zellen gelegen, ein rundlicher bei Hämatoxylinfärbung tiefblauer Kern mit hellerer Umgrenzung befindet, über den ich Sicheres nicht auszusagen vermag. Man könnte ja vermuten, daß es sich um Nerven handle, und daß die dunklen Zellen vielleicht Sinneszellen wären; indessen Fortsätze nach irgendwelcher Richtung konnte ich von diesem Gebilde nicht entdecken, und so bleibt diese Vermutung zweifelhaft.

Wahrscheinlicher indessen hat es mit diesen dunklen Kernen folgende Bewandtnis: In dem ganzen Epithel des Darmtractus der Arcaceen kommen fortgesetzt Drüsen vor, einzellige Drüsen mit einem basalen Kern, wie ich solche aus dem Magen von A. barbata (L) in Fig. 12 und aus dem Magendarm in Fig. 18 u. 19 bei stärkerer Vergrößerung dargestellt habe. Daß sie auch im Ösophagus vorkommen, habe ich schon erwähnt, und in den übrigen Teilen des Darms — namentlich im Dünn- und Dickdarm (vgl. Fig. 22), weniger im Enddarm — sind sie auch vertreten. Nach meiner Ansicht nun dienen diese Drüsen in der Hauptsache der Verdauung; daran zu denken ist zum mindesten das Nächstliegende, und erst, wenn jemand nachweist, daß sie auf die Verdauung keinen Einfluß haben, halte ich es für angebracht darüber nachzudenken und Untersuchungen darüber anzustellen, zu welchem anderen Zwecke sie dienen könnten. Die Wissenschaft zwar ist den umgekehrten Weg gegangen, so war es bei der Frage nach der Bedeutung des Kristallstieles, so war es auch bei diesen Drüsen. Immer das Fernliegendste wurde zuerst angeführt, bis man schließlich Schritt für Schritt die einfache und der Wahrheit wohl am nächsten kommende Begründung fand. Jegliche differenzierte und besonders lokalisierte Speicheldrüsen, wie wir sie bei anderen Klassen der Mollusken vorfinden z. B. bei Gastropoden und Cephalopoden, fehlen ja — wenn man nicht annehmen will, daß die Hepatopankreas deren Funktion mit übernommen habe — den Lamellibranchiern durchgehends. Zum Ersatz dafür ist eben, so nehme ich an, das ganze Darmepithel mit diesen einzelligen meist birnförmigen Drüsen versehen. Ist die Drüse mit Sekretstoffen prall gefüllt, so erscheint sie (nach Hämatoxylinfärbung) tiefdunkel und liegt mit ihrem Hauptteil distal zwischen den übrigen Epithelzellen; also immer dem Hohlraum des Darmteiles zugewandt, in dem sie sich befindet, bereit, ihr Sekret im Bedarfsfalle in den Hohlraum zu ergießen. Der Kern ist in der gefüllten Zelle oft schwer oder gar nicht aufzufinden, er liegt immer am basalen Ende der Sekretmasse. Ist das Sekret ausgepreßt, so scheint der Kern in der leeren Zelle langsam in die Tiefe zu sinken, wie Fig. 12 zeigt, und sich dort ganz basal, unmittelbar über der Basalmembran des Epithels festzusetzen. Der Zelleib erscheint nun entweder weiß, wie in Fig. 12 (und Fig. 22 im Querschnitt durch die Epithelzellen) oder man sieht nichts mehr von ihm, weil er kollabiert ist und die angrenzenden Epithelzellen seinen Raum ausgefüllt haben. In diesem Falle ist der basale Kern nur

von einem kleinen weißen Hof umgeben. — Dies alles mußte ich vorausschicken, um meine Ansicht verständlich zu machen. Ich glaube nämlich, um nun wieder auf die Fig. 20 zurückzukommen, mit einiger Berechtigung annehmen zu dürfen, daß es sich auch in vorliegendem Falle um Kerne kollabierter Drüsenzellen handelt, die in die Tiefe gerutscht sind und mit Nerven nicht das mindeste zu tun haben.

Dorsal und lateral von dieser Stelle bemerkt man auf dem hohen Zylinderepithel eine doppelt konturierte Cuticula und Cilien von beträchtlicher Länge, die ebenso tief unter der Cuticula ihren Anfang nehmen, wie sie nach außen hin sie überragen. Früher hat man offenbar diese Cuticula im Magen der Mollusken für eine besondere strukturlose Membran gehalten, denn Leydig (vgl. Leydig 1850, p. 162) wendet sich energisch gegen diese Auffassung und macht in einer Fußnote besonders darauf aufmerksam, daß man an isolierten Flimmerzellen sehen könne, daß das flimmertragende Ende in Wirklichkeit nur verdickt sei, und daß diese verdickte Stelle das Licht stärker breche (es handelt sich um Magenzellen von Helix hortensis), wobei dann durch Aneinanderlagerung der verdickten Stellen das Bild einer homogenen, glashellen, strukturlosen Membran entstehe.

Über eine Erscheinung, die ebenfalls im Fundusteil des Magens von A. barbata (L) aber ventral und hinter der Lebermündungszone uns entgegen tritt muß ich noch berichten, weil sie jedem Beobachter auffallen wird. Das ventrale Magenepithel geht hier plötzlich aus niedrigen fast kubischen Wimperzellen in hochprismatische über mit länglichen ovalen Kernen, deren Kernkörperchen von diffuser körniger Art ist. Die Wimpern reichen mit ihren Wurzeln enorm tief in den Zelleib hinein (vgl. Fig. 21). Die Zellen reihen sich dicht aneinandar und sind von einem mäßig dunklen Inhalt erfüllt. An manchen Stellen nun sieht man zwischen ihnen, namentlich in ihrer Basalregion, Hohlräume auftreten von der Breite mehrerer Zellen und ganz ohne Färbung. Diese Hohlräume sind unregelmäßig angeordnet, haben keine eigenen Wandungen und scheinen von den in ihnen liegenden runden Zellen hervorgerufen zu sein. Diese kleinen runden Zellen haben einen deutlich sichtbaren, meist exzentrisch gelegenen Kern und liegen in großer Anzahl in den Hohlräumen. Nach meiner Ansicht handelt es sich hier um Amöbozyten oder Phagozyten, die aus dem Schizocoel in das Epithelgewebe eingedrungen sind, um sich dort mit Nahrungsstoffen zu beladen. Nach List

(vgl. List 1902, p. 268) nämlich berichtet Carazzi (vgl. Carazzi, Dav. 1. Contributio all' istologia e alla fisiologia dei Lamellibranchi. 2. Ricerche sull' assorbimento del ferro nel' Ostrea edulis L, in: Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Hist. Bd. XIV, p. 117—147 [zitiert nach List 1902, p. 268]), dessen Arbeit mir leider nicht vorgelegen hat, über Amöbozyten bei Ostrea edulis, die auf der Wanderung in die Epithelien des Ösophagus begriffen sind, um sich mit Nahrungsstoffen zu beladen und diese nach den Assimilationsorganen zu transportieren. Durch diese Notiz kam ich auf den Gedanken, daß es sich hier vielleicht um ähnliche Gebilde handeln könnte, zumal der Magen für Phagozyten entschieden eher die Möglichkeit bietet, sich mit Nahrungsmaterial zu versehen als der Ösophagus. Es würde sich also hier, wenigstens zum Teil, die Resorption der Nahrungsstoffe abspielen, nur zum Teil natürlich, denn in erster Linie kommt ja nach List (vgl. List 1902, p. 291) die Leber als Resorptionsorgan in Betracht. Indessen konnte ich diese Zellen nur bei A. barbata (L) beobachten an zwei Exemplaren, die Herr Prof. Dr. Stempell in Neapel nach einer vorzüglichen Methode konserviert hat; und wenn ich sie auch bei zwei weiteren Exemplaren derselben Art nicht gefunden habe, so glaube ich doch nicht, daß es sich etwa um Parasiten handelt, denn selbstverständlich wird man die Phagozyten nur dann im Magenepithel vorfinden, wenn die physiologischen Bedingungen dazu gegeben sind. Die anderen Arten erwiesen sich für so feine Beobachtungen als nicht genügend gut konserviert, mit Ausnahme von Arca Platei, wo ich an einer Stelle des hinteren Magenepithels ähnliche Verhältnisse antraf.

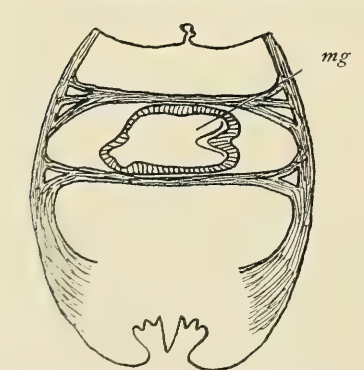
Ventral wird nun das Magenepithel immer höher und bildet beim Übergang zur Pars pylorica (in den Magendarm) einen richtigen Wulst.

Dorsal liegt kurz vor der Grenze vom Fundusteil des Magens zur Pars pylorica etwas links lateral meist ein recht unbedeutender kleiner Blindsack, in den bei einigen Arten von vorn noch ein Leberschlauch münden kann. Dieser kleine Blindsack, in dem zuweilen eine dorsale Rinne mit niedrigem Wimperepithel ihr Ende findet, entsteht dadurch, daß links lateral unter ihm eine äußere Magenwandfurche auftritt (vgl. Fig. 13), die natürlich nach innen hin als Epithelvorbuchtung in Erscheinung tritt. In dem außerhalb der Magenwandfurche gelegenen Bindegewebe verläuft bei Arca barbata (L.) ein Blutgefäß (Fig. 13, b). Hinter dem

Blindsack geht das Epithel der Epithelvorbuchtung direkt in das hochprismatische dorsale Wimperepithel über (vgl. Fig. 15).

Diese innere, links laterale Epithelvorbuchtung nun ist noch aus einem zweiten Grunde erwähnenswert, denn sie ist es, die bei Arca barbata (L.) die vordere Spitze der flèche tricuspide trägt. Ihrem sehr hohen Prismenepithel (vgl. Fig. 13 *flt*) liegt der „dreizackige Körper" dicht an und greift weiter hinten auch auf das dorsale Epithel über (vgl. Fig. 15 *flt*), um so sich bis tief in die Pars pylorica hin zu erstrecken, wo er dann allmählich ein Ende nimmt. Hat er sich an einer Stelle einmal vom Epithel etwas abgehoben, so sieht man deutlich, daß er an der dem Epithel zugewandten Seite aus kleinen Kügelchen und Tröpfchen sich zusammensetzt, die nach dem Mageninnern hin zu der bekannten weißlichgelben geschichteten Schleimmasse verschmelzen. Hieraus geht deutlich hervor, daß die flèche tricuspide kein Cuticularprodukt ist, sondern aus sezernierten Tröpfchen hervorgeht, wie auch List (vgl. List 1902, p. 269 u. 270) annimmt.

Bevor nun der Magendarm in ventraler Richtung vom Magen sich in den Fuß hinabsenkt — bei A. barbata von ventral links am Magen nach unten rechts im Fuß — erfährt der Magen selbst, der durch das Gewicht des ventralen Teiles unter Umständen große Zugkräfte auszuhalten hat, eine kleine Unterstützung durch transversale Muskelbänder, die ihn in seiner horizontalen Lage halten. Bei Arca (Barbatia) Platei ist nur ein transversales Muskelband vorhanden, das sich ventral vom Magen unmittelbar vor dem Magendarm quer von einer Körperwand zur andern hinzieht und sich jederseits mit drei Wurzeln an der Körperwand inseriert. Solche Muskelquerbänder durchsetzen zwar den Körper auch vor und hinter dieser Stelle öfters in transversaler Richtung, wohl zu dem Zweck, dem Körper einen besseren Zusammenhalt zu geben, immerhin aber scheinen sie mir an dieser Stelle auch für den Magen von Belang zu sein. Einen geradezu kunstvollen Aufhängeapparat aus transversalen Muskelbändern haben wir bei Arca barbata (L.) vor uns (vgl. Textfig. 1 u. Fig. 13). Hier zieht zunächst am Ende des



Textfig. 1. Arca barbata (L.) Aufhängeapparat des Magens.

Fundusteils ein jederseits mit zwei Wurzeln entspringendes Muskelband quer unter dem Magen her, so daß die ventrale Magenwand eine Hebung in dorsaler Richtung erfährt. Diesem einen ventralen entsprechen dorsal zwei Muskelbänder, die in kurzem Abstand, der erste unmittelbar hinter dem kleinen Blindsack mit jederseits drei Wurzeln, der zweite gegen Ende der Pars pylorica die dorsale Magenwand überspannen und — besonders der hintere — den Magen in ventraler Richtung herunterzudrücken suchen, damit dorsal allmählich für den Enddarm Raum geschaffen wird. Der Magen wird also hier von einem Muskelnetz richtig umsponnen (vgl. Textfig. 1). Sollte das bloßer Zufall sein und in Wirklichkeit nur dem Zusammenhalt des Körpers dienen? Nein, ich glaube, wir können hier ruhig von einem Muskelapparat reden, der geeignet scheint, den Magen einigermaßen in seiner Höhe zu halten. Mit um so größerem Rechte, als dem Magen ja ein eigentlicher bindegewebiger Aufhängeapparat fehlt, wenn man nicht ganz feine bindegewebige Faserstränge, die sowohl von dorsal wie von beiden lateralen Seiten her hie und da an den Magen herantreten, als solchen auffassen will, was mir als allzu gewagt erscheint.

Diese Art, den Magen in bestimmter Höhenlage zu halten, ist, wie gesagt, nirgends so deutlich ausgeprägt, wie bei Arca barbata (L.). Bei den anderen Arca-Arten, z. B. bei Arca angulata, ist stellenweise eine Art bindegewebigen Aufhängeapparates vorhanden, der zum Teil lateral, namentlich an den vorderen Magenwänden, angreift und den Magen spindelförmig nach den Seiten auszieht, zum Teil dorsal sich ansetzt, so in der hinteren Magenregion. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei Arca noae. Irgendwie muß ja der Magen bei allen Lamellibranchiern durch bindegewebige oder muskulöse Elemente festgehalten werden, weil er sonst auf die ihn umgebenden Leber- resp. Eischläuche unter Umständen doch zu arg drücken könnte. So habe ich denn auch bei allen von mir untersuchten Formen feststellen können, daß fortgesetzt feine bindegewebige oder auch schwach muskulöse Faserstränge von allen Seiten aus den umliegenden Geweben mit der Magenwand in Verbindung treten und zu seiner Befestigung beitragen.

Auf den Fundusteil des Magens folgt nun die Pars pylorica mit dem Magendarm. Dieser hängt bei allen Arten der Gattung Arca im wesentlichen nicht median, sondern unter einer Seite des Magens, bald rechts, bald links, und ragt mit seiner

ventralen Spitze meist bis unter die andere Magenseite, manchmal auch noch ein Stück darüber hinaus. Er hat also im Weichkörper der Muschel eine schräg von oben nach unten ziehende, meist nach vorn gerichtete Lage. Gewöhnlich ist er nicht gerade gestreckt — mit Ausnahme von Arca Platei, wo er sich ziemlich senkrecht in den Fuß hinunter erstreckt — sondern meist beschreibt er mit der der Mediane zugewandten Seite (innere) einen konkaven und mit der äußeren Seite einen konvexen Bogen. Seine Größe und Form ist sehr variabel, hier mehr sackförmig (Arca Platei), dort eher gekrümmt schlauchförmig (Arca barbata). Seiner Natur nach besteht er aus zwei ganz verschiedenen Teilen. Es läßt sich nämlich vom Magen her eine Rinne in ihn hinein verfolgen (vgl. Fig. 15 *d*), die mit einem — im Verhältnis zu dem anderen Teil — sehr niedrigen, bewimperten Prismenepithel ausgekleidet ist und sich sehr deutlich von ihrer Umgebung abhebt. Diese Rinne, die bei einzelnen Arten von beträchtlicher Tiefe und Breite (vgl. Fig. 17, 18, u. 19 *d*), bei anderen weniger ausgeprägt ist (vgl. Fig. 16), stellt den eigentlichen Darm dar, der andere Teil entspricht dem Kristallstielcoecum anderer Muscheln. Ich schließe mich in der Auffassung dieses Organes vollkommen dem an, was nach List[1]) Autoren wie Purdie, Sabatier und Barrois (letzterer bei Cardium edule, Mytilus edulis und galloprovincialis) festgestellt haben und dem List (vgl. Th. List 1902, p. 270) folgendermaßen Ausdruck gegeben hat: „An den Magen schließt sich (es handelt sich um Mytilus galloprovincialis) der Magendarm (vgl. Taf. 22, Fig. 2) an, der äußerlich betrachtet ein abgeplattetes Rohr darstellt, das auf dem Querschnitte oval ist. Durch zwei gegenüberliegende hohe Epithelwülste (*Ep W*) wird dieses Rohr in zwei Kanäle getrennt, die ein sehr verschieden großes Lumen besitzen und durch einen schmalen Querkanal in Verbindung stehen. Der Kanal mit dem größeren Lumen beherbergt den Kristallstiel (*Kr*), der mit dem kleineren Lumen ist der eigentliche Darm, in dem die überschüssigen und unverdauten Stoffe weiter transportiert werden. Jener liegt gewöhnlich auf der dorsalen, dieser auf der ventralen Körperseite.“ Setzt man für dorsal: Außenseite und für ventral: der Mediane zugewandte Seite, so stimmt das Gesagte auch annähernd für Arca. Nur sind die Epithelwülste hier zum Teil noch nicht in dem Maße vorhanden, wie List es bei den Mytiliden beschreibt

1) Nach List zitiert.

(vgl. Fig. 16 u. 17). Einen eigentlichen Kristallstiel mit regelmäßigen Schichtungen, wie ihn die Mytiliden aufweisen, habe ich zwar nur bei Arca barbata (L.) gefunden; aber das kann verschiedene Ursachen haben, zum Teil liegt es wohl daran, daß sämtliche Tiere seit langer Zeit in Alkohol konserviert waren und daß für die Verarbeitung zu Schnittserien natürlich noch andere Chemikalien auf sie eingewirkt haben und damit auch auf einen etwa vorhanden gewesenen Kristallstiel. Ich zweifle aber nicht daran, daß die Gattung Arca allgemein einen Kristallstiel, wenn auch vielleicht nicht einen vollkommen typischen, besitzt, zumal ich sehr häufig Reste eines solchen aufgefunden habe.

In der Literatur über dieses vielbehandelte, lange in seiner Bedeutung verkannte, erst von MITRA wohl richtig gedeutete, spezifische Molluskenorgan findet sich zwar überall die Angabe, daß die Kristallstielscheide bei den Arciden schwach entwickelt sei, so z. B. bei HESCHELER (vgl. HESCHELER, 1900, p. 308), niemand aber gibt etwas Genaueres darüber an[1]). Damit verhält es sich nun folgendermaßen:

Arca gehört nicht zu den Lamellibranchiern, die ein gesondertes Kristallstielcoecum zur Erzeugung des Kristallstieles besitzen, sondern sie ist in eine Reihe zu stellen mit den Arten, die, wie z. B. auch die Mytiliden und Najaden, einen Kristallstiel in einer Darmrinne beherbergen. Zwar scheint die Sache eigentlich umgekehrt zu sein, insofern als die Rinne für den Kristallstiel vielmal größer ist als der eigentliche Darm (vgl. Fig. 16 u. 17) und man der Form nach vielmehr sagen müßte, der Darm bilde nur eine Rinne der Kristallstielscheide. Aber entwicklungsgeschichtlich, so wird man wohl annehmen müssen, hat sich der Kristallstiel sicher zuerst in einer Rinne des Darmes angelegt (oder besser: ist sezerniert worden), die sich dann allmählich so ausgeweitet hat, daß sie heute den bei weitem größten Raum des Magendarmes beansprucht und der eigentliche Darm, wie gesagt, als Rinne der Kristallstielscheide erscheint. Beide Teile zusammen

---

1) Auch PELSENEER schreibt (1891, p. 236): „Le cæcum et le stylet ne sont pas encore développés dans les Nuculidae et Solenomyidae; ils ne le sont qu'un peu dans les Arcidae.“ Ich bemerke aber, daß diese Stelle im Widerspruch steht mit folgender (PELSENEER 1891, p. 160), wo derselbe Autor über Nucula berichtet: „En arrière, assez dorsalement et du côté gauche, l'estomac présente un petit cæcum court, contenant un petit stylet cristallin, continu avec le revêtement cuticulaire de l'estomac.“

also stellen den sogenannten Magendarm dar, eine Bezeichnung, die zwar nicht das Wesentliche trifft, deren man sich aber zur Unterscheidung von anderen Darmteilen ohne Schaden bedienen kann. Nicht bei allen Arca-Arten tritt zwischen diesen besagten beiden Teilen der Unterschied sofort ins Auge, und ihre Abgrenzung gegeneinander zeigt einige nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Meine Untersuchungen beschränken sich in diesem Punkte auf Arca (Barbatia) Platei und Arca (Barbatia) barbata (L.), aus dem Grunde, weil sie einerseits die größten Gegensätze[1]) aufweisen und andererseits, weil sie zufällig als zur histologischen Verwertung (Konservierung!) am geeignetsten sich für mich erwiesen.

Der Unterschied zwischen dem Magendarm von Arca Platei und dem von Arca barbata ist in drei Momenten gegeben:

1. in der Tiefe der Darmrinne (*d*),
2. in der Höhe der sie umrandenden Epithelwülste (*Ep W*),
3. in der Weite der zwischen beiden Kanälen befindlichen Längsspalte[2]).

Bei Arca Platei ist die Darmrinne in der Hauptsache nur daran kenntlich, daß sie ein weit niedrigeres Epithel hat als die Kristallstielscheide und daß ihr Epithel feine kurze Wimpern trägt (vgl. Fig. 16 *d*); ihre Tiefe ist dementsprechend nur gering. Was die sie umrandenden Epithelwülste angeht, so sind dieselben zwar vorhanden, aber nur schwach ausgeprägt. Bei diesen Prämissen ist es von vornherein klar, daß die Längsspalte zwischen Darmrinne und Kristallstielscheide ein ziemlich weites Lumen besitzt und keineswegs als solche in die Augen fällt. Außer durch das niedrige Epithel wird man erst durch die in ihr liegenden Nahrungspartikelchen darauf aufmerksam, daß wir hier wirklich die Darmrinne vor uns haben.

Arca barbata (L.) steht zu diesen Verhältnissen in einem ziemlich großen Gegensatze: 1. weist die Darmrinne (*d*) hier eine ganz respektable Tiefe auf (vgl. Fig. 17, 18 und 19); 2. treten umrandende Epithelwülste von bedeutender Höhe in Erscheinung,

---

1) Es ist sehr auffallend, daß gerade die beiden sonst so nahe verwandten Barbatia-Arten hierin so große Unterschiede zeigen.

2) Statt der LISTschen Bezeichnung „Querkanal" dürfte der Ausdruck „Längsspalte" eher dem Wesen der Sache entsprechen, denn ein Querkanal ist doch nur auf dem Querschnittsbilde vorhanden.

und 3. ist infolgedessen die Längsspalte ziemlich eng (vgl. besonders Fig. 19).

Auch rein äußerlich morphologisch betrachtet besteht in der Weite des Magendarmes im Verhältnis zum Magen zwischen den beiden Arten ein ziemlich großer Unterschied, der allerdings bei Arca Platei einerseits und bei Arca angulata sowie Arca noae andererseits noch weit größer ist (vgl. die Tabelle). Die Zahlen der Tabelle stellen das Verhältnis der Weite des Magendarmes (am Magen) zur Längenausdehnung des Magens in Prozenten dar, und man kann da eine Reihe aufstellen, in der Arca Platei an erster Stelle steht, worauf Arca lactea, Arca barbata (L.) und Arca angulata folgen, und schließlich Arca noae als Form mit der geringsten Weite des Magendarms den Beschluß bildet.

Doch wenden wir uns den interessanteren histologischen Verhältnissen zu! Das Auffallendste, was den Magendarm sofort als sochen kenntlich macht, ist das hochprismatische Borstenepithel in der Kristallstielscheide. Ein äußerst dichter Besatz starrer, langer Borsten auf dicker, stark lichtbrechender Cuticula, das ist das Hauptcharakteristikum dieses Epithels, das sich sowohl gegen das Magenepithel, wie gegen das der Darmrinne und der sie umrandenden Epithelwülste in schroffer und nicht zu verkennender Weise absetzt (vgl. Fig. 15—18). Die Epithelzellen selbst sind hochprismatisch und führen einen länglich-ovalen Kern mit verzweigtem Chromatingerüst. Zwischen ihnen liegt hin und wieder eine der üblichen Drüsenzellen (vgl. Fig. 16—18), wie überall im Darmtractus. Ich will noch bemerken, daß die Epithelzellen sowohl der Kristallstielscheide wie der Darmrinne und ihrer Randwülste einer deutlichen Basalmembran aufsitzen, einer durchaus homogenen hellen Schicht, auf welche nach außen hin eine Ringmuskelschicht folgt mit länglichen Kernen, die unter den Epithelwülsten (*Ep W*) besondes stark ausgebildet ist (vgl. Fig. 17 u. 18). — Genau so sind übrigens auch diese Verhältnisse beim Magen. — Die Zellen des Borstenepithels sind zudem alle von fast gleicher Höhe (vgl. Fig. 17), nur an der Grenze gegen die Epithelwülste zu etwas an Höhe zunehmend, und verschaffen dem Querschnitt der Kristallstielscheide ein sehr regelmäßiges Aussehen.

Im Gegensatz hierzu sind die Epithelwülste an den Rändern der Darmrinne nur mit feinen, weniger langen Cilien versehen, und außerdem überragen ihre ebenfalls hochprismatischen Zellen die ihrer beiderseitigen Umgebung an Länge um ein ganz beträchtliches Stück; zudem führen sie, entsprechend

ihrer Länge, bedeutend gestrecktere Kerne als die anderen Zellen. — Was mir aber an den Epithelwülsten das Wesentlichste zu sein scheint, ist dies, daß zwischen ihren langen Wimperzellen eine erstaunlich große Menge von Drüsenzellen liegt, wie ich an einer Schnittserie von Arca barbata (L.) beobachten konnte. Diese Drüsenzellen sind natürlich nur dann besonders gut sichtbar, wenn sie mit der Sekretmasse prall gefüllt sind (vgl. Fig. 19); haben sie dagegen das Sekret von sich gegeben, so werden wir immer nur Bilder haben wie in Fig. 18, das heißt, wir sehen dann von den kollabierten Drüsenzellen in der Hauptsache nur die in die Tiefe gerutschten Kerne. Einige gefüllte Drüsenzellen sieht man aber immer, denn man darf wohl nicht annehmen, daß sie alle gleichzeitig ihr Sekret ausstoßen.

Was endlich die Darmrinne angeht, so habe ich ja schon erwähnt, daß ihr Epithel zwar auch noch prismatisch ist, aber weit niedriger als die beiden anderen Epithelarten. Eine Cuticula tritt, ebenso wie bei den Epithelwülsten, nur schwach hervor, während das Borstenepithel eine derbe, stark lichtbrechende besitzt. Der Cilienbesatz ist fein und ziemlich kurz wie der des Ösophagus.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich noch eine Ansicht, die sich mir aufdrängte bei der Betrachtung der Berührungsstelle der Zellen der Epithelwülste [bei Arca barbata (L.)] und der Zellen des Borstenepithels einerseits und der Zellen der Darmrinne andererseits. Es fiel mir nämlich auf, daß die Zellen des Borstenepithels und der Darmrinne mit ihrer Längsseite sich gegen die Zellen der Epithelwülste konvex vorwölben (vgl. Fig. 17, auch 18 und 19), sich sozusagen mit gekrümmtem Buckel dagegen stemmen. Dadurch werden natürlich die Wulstzellen in ihrer Lage arg bedrängt und die Wülste bekommen in ihrer Mitte eine bedeutende Einschnürung. Infolgedessen benutzen sie am distalen Ende, wo sie ja die Zellen ihrer Umgebung weit überragen, die Gelegenheit, sich seitlich auszudehnen, gewissermaßen überzuquellen. Dadurch nun entsteht ein äußerst eigentümliches Bild, wie es die Fig. 17 einigermaßen treffend wiedergibt.

Wodurch ist nun diese Einzwängung entstanden und was hat sie für einen Zweck? — Um uns davon ein Bild zu machen, wollen wir einmal annehmen, die Differenzierungen des Magendarmes seien noch nicht so weit vorgeschritten, wie wir sie tatsächlich heute vorfinden, sondern wir hätten ein im wesentlichen gleich hohes Epithel, das indessen schon aus Borstenepithel, einem Epithel-

streifen mit kürzeren Wimpern, an dem der den Magen verlassende Chymus entlang glitte, und ferner aus einer, zwischen den beiden, jederseits von letztgenanntem Epithelstreifen gelegenen Stelle bestünde, in der besonders viele einzellige Drüsen lokalisiert wären. Wie gesagt, sollen die Epithelien noch von ungefähr gleicher Höhe sein, also noch ohne Differenzierung von Wülsten. Stellen wir uns nun vor, die Drüsen hätten in der Mehrzahl ihr Sekret entleert, so würde zu beiden Seiten dieser Stelle, an der wir uns die Drüsen lokalisiert dachten, ein Überdruck entstehen von den angrenzenden Zellen; denn die Drüsenzellen müßten naturgemäß nach der Sekretabgabe kollabieren, und folglich würde diese Epithelstelle, die vorher mit gefüllten Drüsenzellen den ihr zustehenden Raum völlig ausfüllte, nun nicht mehr dazu imstande sein. Da nun die Sekretmassen zuerst aus den unteren basalen Partien der Drüsenzellen entschwunden sein werden, so muß der seitliche Druck zuerst auftreten, und die Folge wird sein, daß sich die Zellen des beiderseits angrenzenden Epithels an der Stelle konvex vorwölben, sich dagegen stemmen werden; und durch diese Bewegung wird der Rest der Sekretmassen aus den distalen Enden der Drüsenzellen mit größerer Gewalt hervorgepreßt werden. Um unsere Vorstellung weiter fortzuführen, so müssen wir uns nun denken, daß in den Drüsenzellen sich das Sekret allmählich wieder erneuern und somit die Zellen wieder ausfüllen wird. Dadurch würde dann der seitliche Überdruck der angrenzenden Epithelzellen allmählich wieder aufgehoben werden, bis sich schließlich der beschriebene Vorgang der Sekretabsonderung von neuem wieder abspielen würde. — Wir werden wohl annehmen dürfen, daß im Laufe der Zeit, wenn sich diese Vorgänge immer und immer wiederholten, die Zellen der Epithelstrecken mit den Drüsen — infolge der Wiederholung und des nach und nach stärker werdenden seitlichen Druckes bei der Vorwölbung der angrenzenden Zellen der Darmrinne und des Borstenepithels — sich verlängerten und gewissermaßen über die anderen hervorquollen, so daß sie nach und nach den Anblick wulstartiger Erhebungen darboten. So ist auch vielleicht eine Eigentümlichkeit der Drüsenzellen unserem Verständnis näher gerückt, nämlich die, daß die Drüsenzellen in der Regel gar nicht so tief herunterreichen zwischen den Epithelzellen, bis sie auf die Basalmembran stoßen, sondern daß man sie meist — wie Fig. 18 und 19 zeigen — auf der Hälfte der Epithelzellen endigen sieht, gewöhnlich noch oberhalb der Stelle, wo letztere ihren Kern bergen. Wir können das leicht

verstehen, wenn wir uns klarmachen, daß ja die Drüsenzellen nach der Sekretabgabe zunächst versuchen werden, durch Neubildung des Sekrets den seitlichen Druck wieder aufzuheben und die Vorwölbung der an die Wülste angrenzenden Epithelzellen wieder zurückzudrängen. Das wird ihnen aber nur zum Teil gelingen, denn die Epithelzellen sind kompakt und werden ihre einmal gewonnene Position nur durch einen Überdruck von seiten der mit Drüsen durchsetzten Wülste wieder aufgeben. Sie können aber auch gar nicht viel nachgeben, eben weil sie kompakt sind, und deshalb werden immer wieder die Wülste mit den Drüsenzellen der leidende Teil sein müssen, das heißt wenn die Drüsenzellen so weit gefüllt sind, daß sie, um noch mehr Sekretstoffe bergen zu können — und es könnte sich dabei nur um die basalen Partien der Drüsenzellen handeln — das seitlich an die Wülste angrenzende Epithel zurückdrängen müßten, um Platz zu gewinnen, dann werden die eigenen labilen Verhältnisse gegenüber der Stabilität jener Epithelzellen sie daran hindern. Diesen Umständen, glaube ich, haben wir es zuzuschreiben, wenn wir in der Regel die Drüsenzellen in den epithelialen Randwülsten des Magendarmes nicht über die am meisten eingeengte Stelle — das ist ungefähr die Mitte der Epithelzellen — hinunterreichen sehen.

Die Entstehung dieser merkwürdigen Einordnung der Wülste zwischen Darmrinne und Borstenepithel des Magendarmes dürfte hiermit hinreichend erklärt sein; wenn ich mir auch wohl bewußt bin, daß es sich hier nur um einen Erklärungsversuch handelt. Und nun der Zweck? — Wer meinen Standpunkt hinsichtlich der Entstehung teilt, dem kann der Zweck dieser Einordnung nicht mehr zweifelhaft sein, denn er hängt mit der Entstehungsursache eng zusammen und kann nach meiner Meinung nur der sein, durch den seitlichen Druck auf die Entleerung der Drüsenzellen hin zu wirken, ja vielleicht sogar dadurch eine gewisse Regelmäßigkeit in der Ausstoßung der Sekretmassen zu erzielen.

Nach List (vgl. List 1901, p. 271) bestehen die seitlichen Epithelwülste im Magendarm der Mytiliden aus zwei oder drei verschiedenen Elementen, nämlich aus neutralen Epitelzellen, sezernierenden Epithelzellen und aus Mucindrüsen. Diese Beobachtung kann ich für Arca nicht bestätigen, denn außer den Drüsenzellen unterscheide ich nur noch ein und dieselbe Art von Epithelzellen, nicht zwei verschiedene. Zudem halte ich dafür, daß es sich hier nicht um Mucindrüsen handelt, sondern daß

diese Drüsenzellen die Masse des Kristallstieles sezernieren, was ich noch des weiteren begründen werde an anderer Stelle.

Während das Borstenepithel und die Darmrinne sich in der Höhe ihrer Zellen im ganzen Magendarm so ziemlich gleichbleiben, kann man dasselbe nicht auch von den epithelialen Randwülsten behaupten, sondern ich habe regelmäßig beobachten können, daß diese Wülste von ziemlich unregelmäßiger Höhe sind, und daß ihre Zellen in dem ventralsten Teile des Magendarmes, besonders an der Stelle, wo die Darmrinne sich in den Dünndarm fortsetzt und demgemäß aus dem Magendarm lateral austritt, ihre größte Höhe erreichen. Überhaupt besteht der ventrale Boden der Kristallstielscheide nur aus einem großen Epithelwulst.

Die Histologie des Magendarmes hätten wir somit beendet, und wir wollen nun dazu übergehen, uns mit seiner physiologischen Bedeutung zu befassen.

Die Rolle der Darmrinne ist wohl ohne weiteres klar; sie ist weiter nichts als eine besonders differenzierte Stelle des Magendarmes, an welcher der den Magen verlassende Chymus in ventraler Richtung entlang gleitet, um weiterhin seinen Weg in den Dünndarm zu nehmen. Vielleicht indessen sind ihre Zellen auch dazu geeignet, an der Resorption der Nahrung an ihrem Teile mitzuwirken.

Weit schwieriger ist die physiologische Deutung der Kristallstielscheide mit ihrem Borstenepithel und den epithelialen Randwülsten. Man wird sich vielleicht wundern, daß ich fortgesetzt von einer Kristallstielscheide rede und noch so wenig über den Kristallstiel selber gesagt habe. Indessen das ist garnichts Verwunderliches, denn der Kristallstiel hat mit der Histologie nicht das geringste zu tun, er weist keine zelligen Elemente auf, sondern er ist durchaus ein Produkt der Sekretion und kann daher erst hier besprochen werden.

Was ist nicht alles über den Kristallstiel geschrieben worden, und wieviele Wege hat nicht der menschliche Geist versucht, um seine eigentliche Bedeutung zu verstehen und sein Wesen zu ergründen! Von Poli (1791), der den Kristallstiel meines Wissens zuerst erwähnt (auch bei Arca noae, vgl. Poli, 1795), bis Mitra (1901), der nach meiner Ansicht von den jüngeren Forschern seine Bedeutung am richtigsten erkannt hat — mochte er sich auch vielleicht hinsichtlich seiner Entstehung irren — vergingen 110 Jahre menschlicher Forschung über den Krystallstiel, deren Ergebnisse so vielgestaltig sind wie die Phan-

tasie der Menschen es zuließ. Es widerstrebt mir, die ganze Literatur und alle darin vertretenen Anschauungen hier des breiteren durchzugehen, zumal man das Wichtigste hierüber im Zusammenhang bei List (1902) nachlesen kann. Ich will nur kurz die verschiedenen Resultate anführen, zu denen Phantasie und Forschung nach O. v. Fürth (vgl. O. v. Fürth 1903, p. 182 u. 183) geführt haben: „Ältere Autoren", so schreibt er, „versuchten die physiologische Bedeutung dieses Gebildes in der verschiedenartigsten Weise zu erklären; der Kristallstiel wurde für ein Agglomerat unverdauter Nahrungsreste, für ein Verschlußorgan des Leberausführungsganges, für einen Rührapparat, ja sogar für ein Schwellorgan des Fußes, sowie auch für ein Produkt der Urinsekretion gehalten. Keine dieser Deutungen jedoch konnte einer schärferen Kritik standhalten." Weiterhin wies, nach v. Fürth, Krukenberg (1878) dem Kristallstiel eine mechanische Aufgabe zn, insofern er, in der Mitte des Darmrohres gelegen, die Speisemassen zwinge, das Verdauungsrohr in möglichst naher Berührung mit den Darmwänden zu passieren. Hazay (1881) ließ ihn den für den Winterschlaf erforderlichen Vorrat an Eiweiß repräsentieren, eine Meinung, der sich Haseloff (1888) anschließt, wenn er den Kristallstiel für eine durch Transformation überschüssiger Nahrung entstandene Anhäufung von Reservematerial hält. Barrois (1889 u. 1890) hinwiederum, wie auch nach ihm F. E. Schulze (1890) meint, es handle sich einfach um eine epitheliale Absonderung, deren Aufgabe es sei, die Nahrungsmassen mit einer schlüpfrigen Hülle zu umgeben und so eine Verletzung des Darmes durch Fremdkörper zu verhindern. Damit noch nicht genug, erklärte Coupin (1900) den Kristallstiel für eine Fermentanhäufung „un suc digestif, une sorte de comprimé de diastases, contenant beaucoup d'amylase, le tout noyé dans une matière muqueuse". O. v. Fürth schreibt dann weiter (l. c.): „Der gleichen Auffassung hat auch kürzlich Mitra (1901) Ausdruck gegeben: der aus einer eiweißartigen Substanz bestehende Kristallstiel sei ein Produkt der Leber; er werde in zähflüssigem Zustande sezerniert und sein in den Magen hineinragendes Ende werde langsam gelöst, wobei das darin enthaltene Ferment frei werden soll." „Es wäre aber doch wohl ungezwungener, anzunehmen," — meint O. v. Fürth (1903, p. 183) hierzu — „der vielumstrittene Kristallstiel sei eine einfache epitheliale Absonderung, die naturgemäß vermöge ihrer kolloiden Beschaffenheit aus den Verdauungssäften stammende Fermente ein-

schließen muß, als zu der ganz unmotivierten Hypothese eines „komprimierten“ Fermentes Zuflucht zu nehmen.“

Der Vollständigkeit halber will ich hier noch eine neuere Ansicht mitteilen, die O. v. FÜRTH noch nicht gekannt hat. Ihr Urheber ist TH. LIST (1902) und seine Auffassung ist folgende (p. 275): „Ich möchte geradezu im direkten Gegensatz zu HAZAY und HASELOFF behaupten, der Kristallstiel ist wegen der zu starken, reichlichen Nahrungszufuhr da, er soll, wie BARROIS gezeigt hat, die Nahrung, die überflüssig geworden ist, wegschaffen.“

Was nun meine eigene Stellung zu dem Problem des Krystallstieles anlangt, so will ich versuchen, sie an Hand zweier schon genannter Arbeiten darzulegen, nämlich an der von MITRA (vgl MITRA 1901), die mir bei weitem die beste und bedeutendste zu sein scheint und deren Resultate O. v. FÜRTH nicht annähernd verwertet und in das rechte Licht gesetzt hat, und der von LIST (vgl. TH. LIST 1902), die v. FÜRTH, wie gesagt, unbekannt geblieben ist.

Zunächst indessen fühle ich mich verpflichtet eine Frage der Priorität richtig zu stellen. Nach v. FÜRTH (1903, p. 183) muß man annehmen, daß BARROIS (1889 u. 1890) zuerst den Krystallstiel als epitheliale Absonderung betrachtete; das ist offenbar ein Irrtum, denn nach MITRA (1901, p. 591) hat bereits C. GEGENBAUR (1878) dasselbe behauptet, folglich ist auch GEGENBAUR der Urheber dieser Theorie.

MITRA hat zwar die Literatur über den Kristallstiel nur sehr eklektisch benutzt, aber dafür hat er seinen Gegenstand und seine Experimente mit so großer Klarheit und Geistesschärfe behandelt, daß ich mir nicht versagen kann, ausführlicher darauf einzugehen und so vielleicht etwas dazu beizutragen, daß man ihm die verdiente Anerkennung zollt. Nach MITRA (vgl. MITRA 1901: p. 591) gibt es nämlich nur vier Hypothesen, die sich mit dem Zweck und der Funktion des Kristallstieles befassen: nach der

1. ist er eine Sekretion des Darmepithels (GEGENBAUR), nach der

2. ein Rudiment des Radulasackes der Glossophoren (BALFOUR); die

3. betrachtet ihn als Exkretion des Darmepithels (CLAUS) und die

4. als Reservenahrungsstoff (SEDGWICK).

Von diesen, sagt MITRA, kommt die Ansicht GEGENBAURS der Wahrheit am nächsten „for it is in reality a secretion, a digestive ferment whose function it is to digest starch, i. e. to convert starch into a reducible sugar“.

Dies Resultat nimmt er voraus, und das ist ein Zeichen, daß er eben darauf den Hauptwert legt, daß es sich um ein Verdauungsferment handelt, welches Stärke in Zucker verwandelt. (O. v. FÜRTH, 1903, erwähnt das mit keinem Wort!).

Des weiteren führt unser Autor treffende Gründe gegen die zweite Hypothese (BALFOUR) ins Feld, wonach der Kristallstiel ebensowenig ein rudimentäres Organ sein kann, wie das Coecum eine rudimentäre Radulatasche und fragt dann mit Recht: „Warum sollte ein rudimentäres Organ sich wohl immer wieder bilden und wieder vergehen, ungefähr einmal am Tage?“ Das deutet vielmehr darauf hin, daß ein Zusammenhang besteht zwischen dem Stiel und irgend einer wichtigen Funktion des Tieres; und das ist in der Tat der Fall, nämlich „it is connected with the digestive function. Whenever digestion is going on actively in the animal, as evidenced by the presence of undigested and half digested food material in the stomach and first portions of the intestine, and of excrementitions matter in the last portion, one is sure to find the style. When that function is for any reason in abeyance, one fails to find it.“ Demnach ist ein zufällig negativ ausgefallener Befund noch längst kein Beweis, daß der Kristallstiel bei dem betreffenden Tiere nie ausgebildet wird. Entscheidend können da nur sein Untersuchungen nach Anstellung von Fütterungsversuchen und, wo das nicht möglich ist, solche nach Ausstattung der Krystallstielscheide mit Epithelwülsten mit Drüsen und mit Borstenepithel.

Obige Behauptung erläutert der Forscher noch durch Beschreibung eines interessanten Aquariumsversuches an Süßwassermuscheln und kommt auf Grund dessen in überzeugender Weise zu dem Resultat (p. 594): „daß eine Funktionsverwandtschaft besteht zwischen Verdauung und Kristallstiel.“

Der Hauptbeweis, „that the crystalline style cannot be regarded as a rudimentary structure, is that it is an active amylolytic ferment (p. 595).

Nach MITRAS Beobachtungen wird ein vollkommen ausgebildeter Kristallstiel ungefähr in 12 Stunden abgeschieden. Seine Form ist die eines biegsamen aber soliden dünnen Zapfens, der unter dem Mikroskop längsgestreift erscheint. Diese Streifung verdankt der Stiel seiner Zusammensetzung aus co-axialen (rund

um eine gemeinsame Achse angelegten) Schichten einer gallertigen Substanz von größerer oder geringerer Dichte. Ein Querschnitt erscheint unter dem Mikroskop wie der einer Zwiebel. Der Stiel wird abgeschieden als eine zähklebrige, feine blasige Flüssigkeit, die in dem Receptaculum allmählich eine dicker und dickere Konsistenz annimmt (p. 596). Daß er in frischgebildeten Stielen von Anodonta gelegentlich eine axiale, aus Nahrungspartikeln bestehende Zone vorfand, bei solchen von Pholas dagegen niemals, hält Mitra für einen wichtigen Unterschied, indem er in den Verhältnissen bei Pholas einen höheren, mehr differenzierten Mechanismus zur Aufspeicherung des Ferments erblickt. Anodonta gehört nämlich zu den Spezies, bei welchen der Kristallstiel in einer Rinne des Darmkanals liegt, wo daher eine Vermengung mit Nahrungsmaterial leicht stattfinden kann, während Pholas ein gesondertes Coecum für den Stiel besitzt, das an der Pars pylorica des Magens beginnt, und wo daher eine Beimengung von Nahrungsbestandteilen nicht leicht möglich ist.

Ferner glaubt Mitra als erster beobachtet zu haben, daß bei Anodonta der erste Teil des Dünndarms in zwei Längsteile geteilt ist mit zwei bewimperten Längsrücken, die in das Lumen des Kanals hineinragen. Er unterscheidet einen linken und einen rechten Teil, die am Magen von einem Cuticularwulst (cuticular value) umgeben sind. Der linke Teil (p. 597) birgt den Kristallstiel, während in dem rechten das Nahrungsmaterial den Magen verläßt. Bei Pholas ist wie gesagt Darm und Coecum getrennt, aber beide gehen von derselben Stelle des Magens aus und das Coecum verläuft parallel mit dem Anfangsteil des Dünndarms und zwar an dessen linker Seite (also ganz Anodonta entsprechend), was zweifellos wieder dafür spricht, daß Pholas eine höher stehende Form darstellt als Anodonta.

Ich will hier einfügen, daß bei Arca diese Verhältnisse demnach genau so liegen wie bei Anodonta; der linke (äußere) Teil bildet die Kristallstielscheide, während der rechte (der Mediane zugewandte) als Darmrinne funktioniert (vgl. Fig. 16 u. 17). An der Grenze von Magendarm und Magen habe ich zwar keinen Cuticularwulst gesehen, wohl aber umranden den Magendarm dort epitheliale Wülste von großer Mächtigkeit.

Wenn wir somit Mitra zunächst einmal das Verdienst einräumen, die Längsteilung und die epithelialen Wülste im Magendarm entdeckt zu haben — vorausgesetzt, daß ihm nicht schon Barrois darin zuvorgekommen ist, den er indessen nicht gekannt

hat —, so müssen wir andererseits LIST unsere Anerkennung zuteil werden lassen, der diese Verhältnisse bei Mytilus zuerst genau gezeichnet und klar zur Darstellung gebracht hat.

Im Magen wird nach MITRA (p. 598) — und nach BARROIS (vgl. LIST, p. 261) — der Stiel, der nicht zelliger Natur, sondern eine „colloid substance" ist, langsam und allmählich aufgelöst und mit dem Chymus vermischt.

Die chemischen Eigenschaften des Kristallstieles hat MITRA auch des genaueren untersucht und ist dabei zu dem Resultat gekommen, daß „it is a proteid substance". Die Frage: „tho what class of proteids the style belongs" beantwortet er: „it belongs to the globulin class — the class to which fibrinferment belongs" und weist nach, daß weder ein „albumin", noch „peptone", noch „any albumoses" vorhanden sind in dem Stiel (p. 599). „The method of exclusion, therefore, shows that the proteid of the style must belong to the globulin class, and it shows the characteristics of that class. It is soluble in dilute saline solutions, and insoluble in concentrated solutions of Ma Cl, $Mg SO_4$ and $Am_2 SO_4$. Its solution in water, as has been stated above, is precipitated by heat.

Analysis shows that here is about 88 % of water in the style, about 12 % of a proteid (globulin), and about 1 % of salts."

Das Wertvollste aber, was die Untersuchungen MITRAS nach meiner Ansicht geliefert haben, liegt auf physiologischem Gebiete. Durch Versuche fand er, daß, wenn man zwei Stiele von Süßwassermuscheln mit 30 Milligramm einer Stärkelösung zusammentut, die Stärke in einem Zeitraum von 3 Stunden in reduzierbaren Zucker verwandelt wird. Löst man indessen sieben Stiele in aqua destillata und tut 30 Milligramm einer Stärkelösung hinzu, so verläuft dieser Prozeß in nur 20 Minuten. „These very simple experiments show that there is an amylolytic ferment in the style." Ein Zwischenprodukt von der Natur des Dextrins wird gebildet, gerade so wie das, was bei der Verwandlung von Stärke in Zucker bei Speichelzusatz entsteht. Der Kristallstiel wirkt also auf Stärke wie Ptyalin, er verwandelt es langsam in Zucker. Eine Wirkung auf Eiweißkörper konnte nicht nachgewiesen werden (p. 600).

Was soll aber nun das „proteid" in dem Stiel, ist es wirklich „as a reserve of proteid nutriment" aufzufassen, wie die vierte Hypothese will? — Unsere Antwort muß da lauten „Nein"; denn

1. sagt Mitra, stände so etwas im Tierreich vereinzelt da;

2. sagt auch List (vgl. List 1902, p. 274), daß es nach Barrois und Lamblings Untersuchungen wohl sicher ist, daß der Kristallstiel eine dem Mucin und Chondrin sehr ähnliche Substanz ist, auf jeden Fall kein Reservenährstoff; und

3. zeigen, nach Mitra, verschiedene Beobachtungen, „that the proteid of the style and the ferment are identical". Und zwar der schlagendste Beweis, daß sie identisch sind, wird geliefert durch die Tatsache, daß die Temperatur, bei welcher das „proteid" in einer wässerigen Lösung des Stieles gerinnt und so seine unterscheidenden Merkmale verliert, dieselbe ist, wie die, bei welcher die Lösung vollständig ihre „ferment-activity" verliert. Unter diesen Umständen, so meint Mitra, müssen das „proteid" des Stieles und das „ferment" als identisch betrachtet werden.

Damit fällt die dritte Hypothese in sich selbst zusammen, denn es ist wohl ausgeschlossen, daß ein Ferment, das in dem Organismus eine so wichtige Funktion verrichtet, ein „excretory matter" sei. Und „the style cannot be regarded as a product of digestion, because there is neither acid-albumin, nor alkali-albumin, nor any albumose, nor any peptone in it".

Hiermit halte ich die Frage nach dem Wesen und der Funktion des Kristallstieles für abgeschlossen und alle anderen Hypothesen, auch die von Barrois — daß die gelösten Schleimmassen des Stieles dazu da seien, die Nahrungsmassen mit einer schlüpfrigen Hülle zu umgeben, wodurch eine Verletzung der Darmwände durch die Fremdkörper verhütet werde — für eo ipso widerlegt.

Wie List glauben konnte, der Kristallstiel sei wegen der zu starken, reichlichen Nahrungszufuhr da, er solle die Nahrung, die überflüssig geworden sei, wegschaffen (vgl. List 1902, p. 275), ist mir nicht recht klar. Warum soll denn bei diesen Tieren nicht auch, wie doch bei anderen, etwa vorhandene überflüssige Nahrung einfach auf dem natürlichen Wege wieder abgehen? Und dann halte ich auch die Muscheln, bei aller zugegebenen Stupidität, nicht für so stumpfsinnig, daß sie willenlos fortgesetzt sollten Nahrungsmaterial in sich aufnehmen müssen, wenn es sich ihnen bietet, was List anzunehmen scheint; wozu in aller Welt hätten sie sonst die komplizierte Nervatur und ihr sympathisches Nervensystem, das man nachgerade bei allen Lamellibranchiern voraussetzen darf (vgl. Stempell 1912, p. 222—234), wenn sie damit

nicht einmal sollten das Nahrungsgeschäft regulieren können, sei es durch Schließen der Mundöffnung, der Schale oder der Siphonen

Es bleibt uns aber nunmehr noch die Frage zu erörtern: woher stammt denn der Kristallstiel und welche Zellen sezernieren ihn?

In diesem Punkte, glaube ich, befindet sich Mitra auf dem Holzwege, wenn er annimmt (l. c. p. 601), weil in der Leber dasselbe „amylolytic ferment“ vorkomme wie im Kristallstiel, so stamme er eben aus der Leber. Und hier ist es die Arbeit von List, die uns auf Grund einwandfreier Experimente die richtige Antwort gibt. List weist nämlich, gegenüber der Behauptung von Mitra, sozusagen im wahrsten Sinne des Wortes das Alibi des Kristallstieles nach und kommt zu dem Urteil (vgl. List 1902, p. 274): „Seine Entstehung spielt sich im Coecum allein ab und ist auf einen Sekretionsprozeß des Epithels zurückzuführen.“ Bei Fütterungsversuchen mit Tusche stellte er nämlich fest, daß in erster Linie das dem Kristallstielcoecum zugewandte Epithel der hohen epithelialen Wülste in reichlicher Menge Sekrete produziert und daß deren Granula an der Peripheri des Kristallstieles selbst hängen. Die Funktion des Borstenepithels beruht — wie schon Barrois behauptet hat (vgl. List 1902, p. 261) — vornehmlich darin, den Kristallstiel in eine drehende Bewegung zu versetzen, wodurch einerseits der regelmäßige konzentrische Schichtenbau bedingt wird und andererseits ein stetiges Nachschieben in den Magen. List fütterte eine Mytilus galloprovincialis mit Tusche und machte dabei die Erfahrung (vgl. List 1902, p. 276), daß eine Aufnahme von Tusche durch das Darmepithel nicht stattfindet. Seine experimentellen Untersuchungen beweisen (l. c. p. 277), daß der Kristallstiel im Darm entsteht und daß hauptsächlich die Sekrete der seitlichen Epithelwülste an seinem Aufbau beteiligt sind. Der Wimperschlag der kräftigen borstenartigen Cilien, welche die Epithelzellen des Kristallstielcoecums tragen, versetzen ihn, wie gesagt, in eine ständige Rotations- und Vorwärtsbewegung nach dem Magen hin, in dem seine Substanz verbraucht und nicht gebildet wird. Unterbricht man die Tuschezufuhr, so wird nach und nach der Kristallstiel, der mit Tusche beladen ist, in dem Magen aufgelöst, während weiter nach hinten hin die neuere Kristallstielmasse frei von Tusche wird, bis schließlich im hintersten, jüngsten Kristallstielabschnitt die Tusche ganz fehlt.

Durch dieses Experiment LISTS ist meiner Meinung nach wenigstens das zur Genüge erwiesen, daß der Kristallstiel tatsächlich in der Kristallstielscheide entsteht (nicht im Magen, auch nicht aus der Leber), und zwar in dessen hinteren oder unteren Regionen. — Eine andere Frage aber ist die: Welche Zellelemente sind es, die ihn dort sezernieren? — LIST, der, wie gesagt, in den Epithelwülsten des Magendarmes neutrale Epithelzellen, sezernierende Epithelzellen und Mucindrüsen unterscheidet (LIST, l. c. p. 271), schreibt eben jenen sezernierenden Epithelzellen die Ausscheidungstätigkeit zu. Über die Tätigkeit der Mucindrüsen aber und den Verbleib des von ihnen ausgeschiedenen Sekretes schweigt er sich aus. Was liegt aber näher, als anzunehmen, daß diese Drüsen es sind, aus deren Sekretstoffen sich der Kristallstiel zusammensetzt; zum mindesten muß doch auch ihr Sekret in dem Kristallstiel enthalten sein, selbst wenn man die Produktion der eigentlichen Kristallstielmasse anderen Zellelementen zuschreiben will; denn beide Zellarten liegen doch unmittelbar nebeneinander, und wenn das Sekret der einen in das Kristallstielcoecum gelangt, so muß auch das der anderen denselben Weg nehmen. Vielleicht aber hat LIST nur eine geringe Anzahl von Drüsenzellen gefunden und deswegen geglaubt, nicht in ihnen, sondern in anderen dazu fähig scheinenden Zellen die Produzenten des Stieles sehen zu sollen. Nun, die geringe Anzahl wäre nach meiner Meinung nicht schwer zu erklären, und ich habe darüber meine eigenen Erfahrungen gemacht:

Ich entdeckte nämlich eines Tages auf einem etwas schräg geratenen Sagittalschnitt durch den Magendarm von Arca (Barbatia) barbata (L.) in den epithelialen Randwülsten eine große Menge der in Frage stehenden Drüsenzellen (vgl. Fig. 19) und bemühte mich nun natürlich, da ich sie vorher nie in solcher Menge gesehen, sie auch bei meinen anderen Schnittserien derselben Art nachzuweisen. Indessen ohne Erfolg. Wohl fand ich sie vereinzelt (vgl. Fig. 18), aber nie wieder so haufenweise. Diese Tatsache stand fest, und ich mußte nun nach einer Begründung suchen, weshalb wohl in dem einen Falle so viele, in dem andern so wenig Drüsen anzutreffen waren.

Auch darüber ging mir allmählich ein Licht auf. Es wurde mir nämlich klar[1]), wie die Verhältnisse der Fig. 17 u. 18 (die

1) Nach einer Besprechung mit Herrn GRIESER, der bei Chama pellucida BROD. ähnliche Verhältnisse angetroffen hatte (vgl. seine Arbeit in der „Fauna chilensis“).

nur eine partielle Vergrößerung von 17 ist) ganz deutlich zeigen, daß Drüsen nur in geringer Zahl angetroffen werden dann, wenn ein Kristallstiel schon gebildet worden ist, die Sekretmassen demnach aus den meisten Drüsen schon herausgepreßt worden sind. In der Tat sehen wir hier in der Kristallstielscheide einen, zwar durch die Konservierung in Alkohol und die sonstige chemische Behandlung des Tieres stark in Mitleidenschaft gezogenen, aber doch regelrechten Kristallstiel mit koaxialen Schichten liegen. Und noch mehr können wir sehen, eine Tatsache, die geeignet ist, die Theorie Lists in einem Punkte zu stützen, nämlich: der Stiel liegt nicht ganz frei in der Scheide, sondern seine äußeren Schichten haben Ansatzpunkte aufzuweisen, Ansatzpunkte, die ganz deutlich an den epithelialen Randwülsten beginnen (vgl. Fig. 17 u. 18), auf der Grenze jederseits von Randwulstepithel und Borstenepithel. Das Borstenepithel dagegen hat nirgends Berührungspunkte mit dem Stiel gemeinsam. Dies bemerkenswerte Verhalten zeigt uns demnach mit großer Deutlichkeit, daß wir in der Tat die Ursprungsstätte des Kristallstieles nirgendwo anders, denn bei den Epithelwülsten des Magendarmes zu suchen haben, wie List ja auch annimmt.

Ein Vergleich mit der Serie, aus der die Fig. 19 stammt, zeigte mir dagegen, daß Drüsen im Gegenteil dann in großer Menge und in gefülltem Zustande vorhanden sind, wenn ein Kristallstiel nicht zu sehen oder nur noch in ganz schwachen Resten angedeutet ist; also dann, wenn schon geraume Zeit vergangen ist, seit der Stiel gebildet wurde und er daher schon zum größten Teile verbraucht worden ist. — Ich meine doch, das sollte zu denken geben, und deshalb stehe ich auch nicht an zu behaupten, daß besagte einzellige Drüsen es sind, die den Kristallstiel sezernieren. Denn wenn es Mucindrüsen wären, so müßte — das wiederhole ich noch einmal — auch Mucin in dem Stiel vorhanden sein. Nun ist zwar nach List (l. c. p. 274), wie gesagt, von Barrois und Lambling behauptet worden, daß der Kristallstiel eine dem Mucin und Chondrin sehr ähnliche Substanz sei, wenn aber dem so wäre, dann müßte man wohl auch erwarten dürfen, daß das chemische Verhalten, die Eigenschaften des Kristallstieles, denen des Mucin ähnliche seien. Vergleicht man aber diese Verhältnisse, wie sie für den Kristallstiel von Mitra, für das Mucin von O. v. Fürth (vgl. O. v. Fürth 1903, p. 383 u. 384) dargelegt wurden, miteinander, so kommt man zu

dem Resultat, daß es sich bei dem Stiel keineswegs um Mucin handeln kann.

Ich darf hier wohl vergleichshalber anführen, daß man auch im Magensaft der Gastropoden kein Mucin gefunden hat, trotzdem CUVIER (vgl. CUVIER 1817, p. 19) und später GARTENAUER (vgl. GARTENAUER 1875, p. 32 u. 38) contra LEYDIG (vgl. LEYDIG 1850, p. 164) becherförmige Drüsenzellen im Magen (auch im Blindsack und Darm) der Landpulmonaten nachgewiesen haben, die nach F. E. SCHULZE (vgl. F. E. SCHULZE 1866, p. 184 ff.) wahrscheinlich schleimige Massen — und ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich annehme, daß die schleimigen Massen den Magensaft bilden — produzieren. Im Gegenteil, die Ergebnisse der Magensaftuntersuchungen bei den Gastropoden sprechen für MITRA, denn O. v. FÜRTH schreibt (l. c. p. 189): „Nach YUNG wirkt sowohl der Magensaft als auch der Leberauszug der Weinbergschnecke kräftig saccharifizierend auf Stärke" und weiter: „Schließlich stellten BIEDERMANN und MORITZ fest, daß der Magensaft von Schnecken, die längere Zeit gehungert hatten, fast immer zuckerfrei ist, jedoch ein energisch stärkespaltendes Ferment enthält und auch befähigt ist, Rohrzucker in einen reduzierenden Zucker umzuwandeln."

Also: es handelt sich immer um die Verdauung und das ist doch auch das Natürliche; Mucin hat aber mit der Verdauung doch wohl nichts zu tun. Ich halte somit den Beweis für erbracht, daß der Kristallstiel von Drüsen sezerniert wird, die bei Arca in den epithelialen Randwülsten des Magendarmes lokalisiert sind. Wo sie bei den Lamellibranchiern mit gesondertem Kristallstielcoecum sitzen, muß noch untersucht werden; als logische Forderung kann man einstweilen hinstellen, daß sich in dem Coecum dann ebenfalls Epithelwülste befinden müssen oder doch besonders ausgeprägte Stellen, welche diese Drüsen in sich bergen.

Die Frage, ob ein Kristallstiel allen Lamellibranchiaten zukommt, möchte ich im Prinzip mit „ja" beantworten, denn die positiven Funde mehren sich fortgesetzt, und MITRA meint (l. c. p. 601), „wenn man die hohe Wichtigkeit des Fermentes betrachtet, ist man berechtigt, vorauszusagen, daß er künftig bei allen Spezies der Lamellibranchier gefunden werden wird". Am Schlusse seiner Arbeit fordert der genannte Autor eine erneute Untersuchung der Gastropoden in bezug auf das Vorkommen von Kristallstielen, eine Forderung, die mir um so berechtigter erscheint, als auch HESCHELER (vgl. HESCHELER 1900, p. 301)

bezüglich des Kristallstieles schreibt: „Entsprechende Bildungen kommen auch bei Prosobranchiern, blindsackartige Anhänge des Magens bei den Gastropoden überhaupt ziemlich verbreitet vor.“ Und in der Tat hat nach GARTENAUER (vgl. GARTENAUER 1875, p. 12) z. B. der Mitteldarm von Helix „eine Falte von auffallender Stärke, die mit der Darmwandung eine förmliche Rinne bildet“; auch PELSENEER (1891, p. 237) schreibt: „Le stylet cristallin existe dans les Fissurellidae, chez Trochus et quelquels autres“ Gastropodes „Anisopleures parmi lesquels Lithoglyphus“; was liegt da näher, als an eine Analogiebildung der Kristallstielrinne bei den Lamellibranchiern zu denken, zumal da offenbar bei Gastropoden auch eine flèche tricuspide vorkommt. Denn es kann sich wohl nur um eine solche handeln, wenn GARTENAUER (l. c. p. 14) eine Bildung aus der zweiten Magenabteilung von Paludina in folgender Weise beschreibt: „Eigentümlich ist hier eine Membrane, welche diese Ausbuchtung auskleidet und eine so große Konsistenz besitzt, daß sie sich ohne den Gebrauch jeglicher Vorsicht in ihrer ganzen Ausdehnung von der Magenwand abheben läßt.“ Und nur an das Vorhandensein eines Borstenepithels kann man denken bei folgendem Passus; „Paludina besitzt noch an der Übergangsstelle des Magens in den Mitteldarm strichweise ein Flimmerepithel mit ganz erstaunlich langen dicken Wimperhaaren“ (l. c. p. 26).

Für die Lamellibranchier deutet nach meiner Ansicht schon der bloße Besitz einer Darmrinne resp. eines Coecums, das mit Borstenepithel ausgestattet ist, mit Sicherheit darauf hin, daß die betreffende Spezies einen Kristallstiel besitzt. Wenn aber daraufhin angestellte Untersuchungen ergeben sollten, daß auch unter dieser Voraussetzung bei irgend einer Spezies tatsächlich zu keiner Jahreszeit — denn die Jahreszeit ist wegen der Periodizität in der Ausbildung des Stieles nicht gleichgültig — ein Kristallstiel zu finden ist, so kann diese Erscheinung nur durch Rückbildung erklärt werden. Also: Ist das typische Borstenepithel vorhanden, so muß auch ein Kristallstiel da sein oder da gewesen sein. Denn nun und nimmer kann ich glauben, daß — wie STEMPELL will (vgl. STEMPELL 1898, p. 387) — man dem ventralen Borstenepithel (bei Leda sulculata) nur die Aufgabe zusprechen könne, „durch die Starrheit seiner Borsten die Magenwand vor mechanischen Verletzungen zu bewahren“, weil gerade dort der größte Druck laste. Und noch weniger teile ich die Ansicht IGELS (vgl. IGEL 1908, p. 20), der dem ganzen ventralen

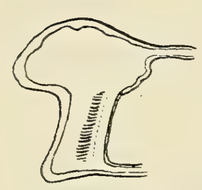
Blindsack bei Phaseolicama magel. R. „infolge seiner Lage und des starken Borstenepithels“ ebenfalls nur die Aufgabe zuschreibt „die Druck- und Zugkräfte, welche den Magen vom Fuß her gefährden, abzuschwächen und so dem Magen wesentlichen Schutz zu bieten.“ — Nein, ich glaube, gegen Druck- und Zugkräfte würde der tierische Organismus seinen Magen doch wohl anders zu schützen wissen, als durch Blindsäcke und Borstenepithel im Innern(!) derselben; oder hat man je so etwas im Tierreich gesehen?

Nein, meine Ansicht geht ganz entschieden dahin, daß die Nuculiden entweder zu den Lamellibranchiern gehören, die einen Kristallstiel in einer Darmrinne ausbilden, oder sie haben diese Fähigkeit durch Rückbildung verloren, und dann wäre das Borstenepithel als ein rudimentäres Gebilde aufzufassen; denn Borstenepithel an dieser Stelle kann nur den Zweck gehabt haben, einen Kristallstiel gewissermaßen in den Magen hinein zu bürsten. Und Phaseolicama magel. R. andererseits ist zu den Formen zu rechnen, die einen Kristallstiel in einem gesonderten Coecum ausbilden; dafür spricht wenigstens, daß der ventrale Blindsack, nach Igel (l. c. p. 19), „mit weiter Öffnung gleich hinter dem Pylorus entspringt“ und zwar — wie es ja auch sein muß — „nicht ganz ventral, sondern etwas links lateral“, also ganz ähnlich wie z. B. bei Pholas.

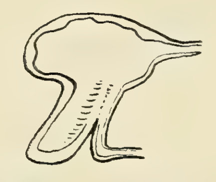
Wir haben bis jetzt unter den Lamellibranchiern zwei verschiedene Formen kennen gelernt, 1. solche, die den Kristallstiel in einer Darmrinne ausbilden (Arca, Mytilus, Anodonta — vgl. Textfig. 2) und 2. solche, die ein gesondertes Coecum für den Stiel besitzen (Donax, Pholas, Teredo — vgl. Textfig. 4). Nun gibt es aber erwiesenermaßen noch eine 3. Form, bei der Coecum und Darm beim Austritt aus dem Magen noch zusammenhängen (nach Art des Magendarms nur durch eine Falte getrennt), sich aber nach einer kurze Strecke gemeinsamen Verlaufes trennen in einen gesonderten Darm und ein davon scharf getrenntes Coecum (Modiolaria marmorata nach List 1902, p. 266) (vgl. Textfig. 3). Da nun die 1. Form der Hauptsache nach bei niedrigen Lamellibranchiern, die 2. mehr bei höherstehenden vorkommt, so glaube ich, darf man annehmen, daß sich die 2. Form aus der 1. entwickelt hat durch Vermittlung der 3., die demnach eine Übergangsstufe oder das vermittelnde Bindeglied zwischen 1 und 2 darstellen würde. Das Zustandekommen der 3. Form aus der 1. stellt man sich wohl am besten so vor, daß man sich die

epithelialen Randwülste in den unteren Partien des Magendarmes einander soweit genähert denkt, daß sie schließlich an der dem Darm zugewandten Seite verwachsen mußten, und so eine vollkommene Trennung ventralwärts entstand (vgl. Textfig. 3) in Darm einerseits und Coecum andererseits. Die Form 2 stellt dann das Stadium dar, auf dem der Verwachsungsprozeß bis zum Magen vorgeschritten ist (vgl. Textfig. 4).

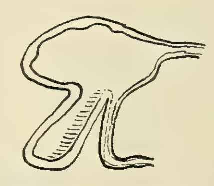
Wenn ich jetzt einmal unternehme, die Arten, deren Verhältnisse mir in dieser Beziehung einigermaßen bekannt sind, mit Kennzeichnung ihrer Zugehörigkeit zu den verschiedenen Formen in das System von Pelseneer einzutragen, so kann das natür-



Textfig. 2. Arca.

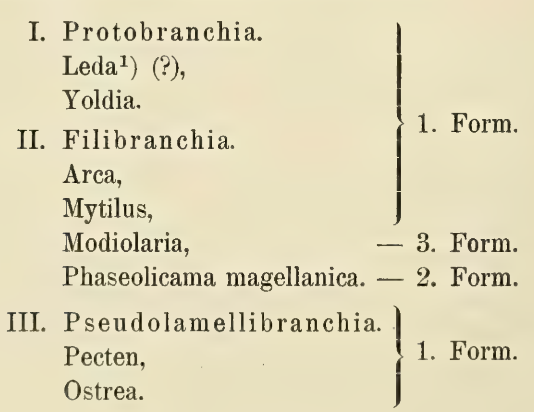


Textfig. 3. Modiolaria.



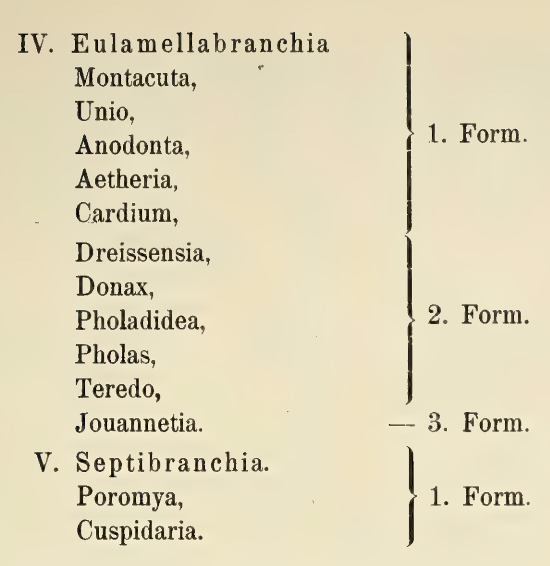
Textfig. 4. Pholas.

lich nur ein ganz oberflächlicher Versuch sein, der aber immerhin schon das zum Ausdruck bringt, was ich erreichen wollte, nämlich die Entwicklung der 1. Form über die 3. zur 2.



I. Protobranchia.
Leda[1]) (?),
Yoldia.
II. Filibranchia.
Arca,
Mytilus, } 1. Form.
Modiolaria, — 3. Form.
Phaseolicama magellanica. — 2. Form.
III. Pseudolamellibranchia.
Pecten,
Ostrea. } 1. Form.

1) Daß Leda und Nucula zur 2. Form gehören sollten, wie man nach Pelseneers (1891, p. 160 u. 171) Beschreibung annehmen muß, kann ich nicht glauben, zumal Leda nach den neueren Untersuchungen Stempells (1898, p. 386 ff) wahrscheinlich zur ersten Form zu rechnen ist.



| | |
|---|---|
| IV. Eulamellabranchia<br>Montacuta,<br>Unio,<br>Anodonta,<br>Aetheria,<br>Cardium, | 1. Form. |
| Dreissensia,<br>Donax,<br>Pholadidea,<br>Pholas,<br>Teredo, | 2. Form. |
| Jouannetia. | — 3. Form. |
| V. Septibranchia.<br>Poromya,<br>Cuspidaria. | 1. Form. |

Aus diesem Schema geht das vorher Gesagte mit Deutlichkeit hervor, und ich brauche darüber kein Wort mehr zu verlieren. Nur auf eins möchte ich noch besonders aufmerksam machen, daß nämlich die Septibranchia auffallenderweise zur 1. Form gehören, und daß die meisten Arten der 2. Form carnivor sind.

Vor mir liegen vier nach verschiedenen Gesichtspunkten aufgestellte Systeme der Lamellibranchier, das von Dall (vgl. Dall 1895), das von Neumayr (vgl. Neumayr 1891), das von Pelseneer (vgl. Pelseneer 1891) und das von Grobben (vgl. Grobben 1893), aber keines von diesen berücksichtigt irgendwie die von mir dargelegten Verhältnisse des Kristallstielcöcums zu Magen und Darm, keins konnte sie berücksichtigen, denn die Forschung hatte sich damals noch nicht so intensiv mit diesem Gegenstande befaßt und die Begründer der genannten Systeme selbst auch nicht. So etwas taucht überhaupt nicht plötzlich als neuer Gesichtspunkt auf, sondern langsam: zuerst findet einer eine neue Tatsache und beschreibt sie, dann vielleicht entdeckt ein anderer Ähnliches und vergleicht mit dem Vorigen, ein dritter kann schon mehrere Gruppen in den Vergleich hineinziehen, und so ist aus der Tatsache ein Gesichtspunkt geworden. Nun erweitert sich der Kreis der Betrachtungen schneller, bis schließlich nach vielen, vielen Einzeluntersuchungen einmal jemand das ganze System darnach ordnen kann. Davon aber sind wir noch weit entfernt, und bis das Ziel erreicht ist, müssen noch viele Spezial-

untersuchungen folgen. Und wenn Pelseneer in der Einleitung zu seiner großen Arbeit: „Contribution à l'étude des Lamellibranches" (1891, p. 147 ff.) die Einzelforschung in Form von Monographien eines Genus, einer Species, eines Organs oder eines Spezialapparates schlecht macht und seinen Beweis mit den Worten krönt: „ce résultat montre l'impuissance de la méthode des monographies", so hat er damit ganz entschieden nur zum Teil recht. Noch mehr aber ist er im Irrtum mit folgenden Ausführungen: „Il est incontestable, en effet, que l'étude monographique d'une espèce choisie sans motif déterminé, le plus souvent au hasard des circonstances, ne peut faire découvrir d'importantes choses nouvelles d'un caractère général.

Elle donne, comme résultat habituel, une énorme quantité de détails généralement sans grande portée, abondance de détails qui peut, comme le remarque M. Lacaze-Duthiers, „faire oublier en les masquant, les traits généraux les plus importants".

Mais ce qu'elle ne peut donner, c'est la solution d'une grande question morphologique, d'un problème zoologique un peu élevé!"

Kann denn Pelseneer behaupten, daß meine bisherigen Darlegungen nicht einen neuen Gesichtspunkt „un problème zoologique un peu élevé" enthielten, wenn auch nur einen bescheidenen? Warum hat er bei der Fülle seines Vergleichsmaterials diesen neuen Gesichtspunkt nicht angewandt? Antwort: er kannte ihn nicht. Ist aber vielleicht diese „importante chose nouvelle d'un caractère général" in irgend einer anderen synthetischen Arbeit entdeckt worden? — Nein, sondern sie stützt sich im Gegenteil auf Einzelarbeiten, auf eben die „verhaßten" Monographien und ist vor allem an die Namen Barrois, Mitra und List geknüpft. — Hiermit nun will ich durchaus nicht die großen Verdienste Pelseneers um die Erforschung der Lamellibranchier schmälern, auch ist es mir nicht um eine Herabsetzung der synthetischen Arbeiten zu tun, deren Notwendigkeit und Wichtigkeit ich vollkommen anerkenne, sondern ich bezwecke mit diesen Ausführungen nur das eine, daß sich allmählich die Erkenntnis Bahn brechen möge, daß man auch den Monographien eine gewisse „puissance" nicht absprechen darf, denn nur auf genaue Einzelforschungen können sich doch die synthetischen Arbeiten stützen; und auch dieser neue Gesichtspunkt, mit dem künftig die Synthetiker der Molluskenanatomie werden rechnen müssen, ist nur durch Spezialforschung gefunden

worden. Also auch Ehre der zoologischen Kleinarbeit! Und hätten nur möglichst viele Spezialarbeiten über das Verhältnis des Kristallstielcöcums zu Magen und Darm etwas gebracht, ja, hätte nur Pelseneer im ersten Teile seiner Arbeit, den er „Anatomie descriptive" nennt, diese Verhältnisse überall genauer als er es leider getan hat beschrieben, dann wäre schon bald eine gute zusammenfassende Arbeit möglich.

Bevor wir uns nun der weiteren Betrachtung des Darms zuwenden, müssen wir noch einen Blick werfen auf den letzten Teil des Magens, den hinteren Blindsack. Über sein eigentümliches Verhalten zum vorderen Blindsack haben wir schon vorn das Nötige gesagt, und ich verweise nur zum Vergleich noch einmal auf die Tabelle. In manchen Fällen wird er durch eine hintere laterale horizontal verlaufende Magenwandfurche in ein dorsales und ein ventrales Säckchen geteilt, was indessen nicht von Belang ist. Sein Epithel ist ein ziemlich gleichmäßig hochprismatisches Wimperepithel, zum Teil mit Faltungen versehen, wie im vorderen Blindsack; bisweilen ragt auch die flèche tricuspide noch in diesen Teil hinein.

Der Dünndarm weist histologisch ein ähnliches Epithel auf, wie der Ösophagus. Zwar eine kurze Strecke weit setzen sich die Epithelwülste des Magendarms noch in ihm fort, aber sie sind nur zu einem schwachen Wulst vereint; sonst haben wir von nun an im ganzen Darm ein gleichmäßiges nicht sehr hohes Wimperepithel (vgl. Fig. 16 *düd*). Im Verhältnis zum Ösophagus aber findet man hier ungleich mehr Drüsenzellen, wenigstens bei Arca barbata L. Fig. 22 stellt einen Schnitt durch das Dünndarmepithel dar, der senkrecht zu der Längsachse der Zellen geführt ist; der Darm ist hier an einer Biegungsstelle getroffen (in der Umbiegungsstelle bei den Pedalganglien) worden (und zwar nur das Epithel, der Hohlraum ist noch nicht mitangeschnitten), was deutlich aus den Querschnittsformen der Zellen hervorgeht. Die hellen Zellen in der Mitte sind gewöhnliche Epithelzellen, die oberhalb (distal) des Kernes quer getroffen wurden, zwischen ihnen liegen einige Drüsenzellen mit dunklem Inhalt. Nach außen hin folgen dann Epithelzellen, die gerade da getroffen sind, wo der Kern liegt, und die zwischen ihnen liegenden zahlreichen hellen Zellen, die zum Teil auch einen Kern aufweisen, deute ich als Drüsenzellen, die ihr Sekret eben abgegeben haben, es müßte sich sonst schon um eine neue Drüsenart handeln, die einen hellen Inhalt hätte.

Der Dickdarm ist histologisch vom Dünndarm nicht verschieden, er stellt nur eine stets anzutreffende Erweiterung (bisweilen ziemlich erhebliche) des Darms dar (vgl. Fig. 1 *did*) und reicht bis ungefähr an das hintere Magenende (in der Transversalebene), schräg von unten nach oben ansteigend. Nach THIELE (1902, p. 383) bildet das Epithel des Darms von Arca noae und Arca tetragona im größten Teil seines Verlaufs unregelmäßige Längsfalten, „nur im ventralwärts gerichteten Endteile sind an der Vorderseite (das ist die morphologische Ventralseite) zwei größere, auch von leistenförmigen Erhebungen des Bindegewebes getragene Falten, die bis zur Öffnung reichen.“ Nun bei meinen Arcaarten habe ich von Längsfalten wenig wahrgenommen im Darm, aber bei allen mit Ausnahme von Arca (Barbatia) Platei (also bei Arca lactea, Arca barbata L., Arca noae und Arca angulata KING) ist im Enddarm unmittelbar vor der Aftermündung eine deutliche Typhlosolis zu erkennen (vgl. Fig. 23 u. 24 *ty*), und zwar liegt sie an der Ventralseite (morphologische Dorsalseite) des Darms. Da der Enddarm sich stets mehr oder weniger weit nach vorn um den hinteren Adduktor herumbiegt (vgl. Fig. 1 *ed*), so liegt der After keineswegs terminal, sondern er mündet in die hinter den Kiemen gelegene Analkammer (vgl. Fig. 1 *an*). Und wenn MOQUIN-TANDON von den Süßwassermuscheln schreibt (vgl. MOQUIN-TANDON 1855, p. 49): „L’anus est presque toujours pédiculé, ou, pour mieux dire, l’extrémité du rectum te trouve libre et flottante dans le cloaque branchial“, so kann ich dasselbe für Arca nur bestätigen, da ist es genau ebenso (vgl. Fig. 1 u. 2, 23 u. 24). Der Enddarm liegt vor dem After ganz frei, denn er ist hier von Bindegewebe und Körperepithel ringförmig umgeben und hat weder dorsal, noch ventral, eine Verbindungsstelle mit dem Körper[1]), sondern nur nach hinten. Das Körperepithel, das diesen Processus analis umgibt, ist in der Regel mit einem dunkelbraunen Pigment bedeckt. Bei Arca Platei habe ich außerdem unmittelbar vor dem After noch eine „Ampulla recti“ beobachtet (vgl. Fig. 1). Bemerken will ich nur noch, daß die Ringmuskulatur des Enddarms vor dem After ziemlich stark entwickelt ist, so daß man allenfalls mit MOQUIN-TANDON (l. c. p. 49)

---

1) Abgesehen von zwei schmalen lateralen Hautfalten, die bei einigen Arten eine Verbindungsbrücke zwischen Körper und processus analis bilden und dann die abdominalen Sinnesorgane tragen; aber auch diese Verbindung läßt noch einen ganzen Teil des Enddarms frei.

cum grano salis sagen kann: „L'ouverture anale possède une espèce de sphincter."

Im Anschluß an den After seien hier gleich die abdominalen Sinnesorgane besprochen. Von THIELE (vgl. THIELE 1889, p. 47 ff.) zuerst beschrieben, unter anderen bei Arca noae und Arca barbata (L.), sind sie auch von PELSENEER (vgl. PELSENEER 1891, p. 269 ff.) wiedergefunden und als Sinnesorgane gewürdigt worden. Sie liegen bei Arca immer rechts und links vom After — zwischen diesem und den Kiemenenden — und sitzen als epitheliale Sinnesorgane, in Form von Höckern oder Leisten, ventral vom Adductor posterior. Doch weist ihre Form und Lage im einzelnen einige Verschiedenheiten auf.

Bei Arca Platei und Arca barbata (L.) beginnen sie vorn jederseits auf einer Hautfalte, die sich brückenartig jederseits vom Körper nach der median gelegenen Analpapille zu erstreckt und mit dieser vollkommen verwachsen ist (vgl. Fig. 23 *as*), weiter nach hinten zeigt sich diese Verwachsung unterbrochen (vgl. Fig. 24), beide Falten mit den Sinnesorganen werden median frei und divergieren nach hinten mehr und mehr, besonders bei Arca Platei. Sie liegen also bei diesen beiden Arten auf leistenförmigen Erhebungen der Körperhaut, die vorn mit der Analpapille verwachsen sind und hinten frei endigen, wobei sie gleichzeitig nach hinten divergieren.

Nicht im direkten Zusammenhang mit der Analpapille stehen die abdominalen Sinnesorgane bei den drei übrigen. Bei Arca laetea sind sie nur schwach entwickelt, liegen nicht mehr auf hohen Leisten, sondern sind nur wenig über dem Epithel erhöht und allenfalls als Streifen zu bezeichnen, die jederseits vor dem After liegen. Bei Arca noae sitzen sie einem geringen Epithelvorsprung auf. Sie streichen hier von hinten nach vorn und sind hinten breiter, vorn schmal und im Querschnitt knopfförmig (vgl. Fig. 25). Umgekehrt, vorn breit und hinten schmal sind sie bei Arca angulata KING. Sie liegen hier von vornherein jederseits weit getrennt von der Analpapille und divergieren deshalb kaum, bilden also annähernd parallele plattenartige Längsstreifen, die nur wenig vorspringen (vgl. Fig. 26).

So ist also Form und Lage der Abdominalorgane etwas verschieden. Übrigens unterscheidet PELSEENER auch bei dem „organe palléal" der „Siphonés", das ja dem Abdominalorgane THIELES entsprechen soll, verschiedene Formen, deren Charakterisierung ganz gut zu denen von mir bei den verschiedenen

Arca-Arten gegebenen passen und die er (l. c. p. 270) a) als „plaque d'épithélium modifié", b) als „lame" und c) als „saillie" bezeichnet.

Was nun die Histologie der abdominalen Sinnesorgane angeht, so bestehen sie, das sei zunächst einmal hervorgehoben, nur aus Sinneszellen. Ganz zu äußerst unterscheide ich stets eine deutlich Cuticula (*c*) (vgl. Fig. 14, 25, 26), der nach innen zu eine indifferente, schwach gefärbte Zone folgt. dann sieht man eine Stäbchenschicht (*st*) in sehr regelmäßiger Anordnung[1]) auftreten, auf die weiterhin eine sehr dunkel gefärbte breite Zone folgt, die aus vielen rundlichen Elementen — vermutlich Ganglienzellen[2]) — zusammengesetzt ist. Den Abschluß nach Innen hin bildet eine leuchtend weiße (bei Haematoxylinfärbung), gänzlich ungefärbte Zone, in die nur hin und wieder ein Kern verlagert scheint. Gegen das darunter liegende Gewebe, das wohl zumeist aus feinen Nervenfibrillen besteht, und das stets wenigstens ein Blutgefäß enthält, grenzt sich das ganze durch eine unbedeutende Basalmembran ab, die in der des benachbarten Körperepithels ihre Fortsetzung findet. Ob auf der Cuticula Cilien vorhanden sind, kann ich nicht mit Gewißheit behaupten; manchmal lag es wie ein feiner bläulicher Hauch winziger Härchen an der Oberfläche der Organe (vgl. Fig. 14 u. 24), während ein andermal nichts Derartiges zu sehen war.

Thiele will auf einem abdominalen Sinneshügel von Arca noae, den er in frischem Zustande in Seewasser untersuchte, einen sehr dichten Besatz langer unbeweglicher Haare gesehen haben (vgl. Thiele 1899, p. 52 und Fig. 13). Da er sie auch bei anderen Familien der Lamellibranchier gefunden hat, so hält er den Haarbesatz für allgemein charakteristisch auf dem abdominalen Sinnesorgan. Nach ihm werden die langen Sinneshaare getragen von den „Stäbchen" (p. 54), wie er die nach außen von den „Spindeln" liegenden und zu ihnen gehörigen Zelleiber bezeichnet. Das ganze Epithel dieser Sinnesorgane hält er für zweischichtig. Nur die oberen Zellen, deren Kerne die „Spindeln"

---

1) Von Thiele als „Spindeln" bezeichnet (vgl. Thiele 1899, p. 52 u. 53); auch sollen sie die perzipierenden Elemente ein.

2) Wie auch Thiele annimmt, der sie (p. 53) als multipolare Ganglienzellen auffaßt. Beide setzt er in Beziehung zu den „Spindeln" und „Körnern" der Eisigschen (vgl. Eisig, Die Seitenorgane und becherörmigen Organe der Capitelliden. Mitteil. a. d. zool. Station Neapel, Bd. I). Seitenorgane der Capitelliden.

sind, stehen mit der Oberfläche in Berührung. Auch STEMPELL schreibt in seinen handschriftlichen Notizen über Beobachtungen an lebendem Material (Neapel 1898), die er mir gütigst zur Verfügung stellte: „Bei Lima hians befinden sich auf dem abdominalen Sinnesorgane lange unbewegliche Haare, wie sie THIELE beschreibt, ebenso bei Arca noae“, demnach ist ihr Vorhandensein als erwiesen anzusehen.

Ich habe besonders betont, daß die abdominalen Sinnesorgane bei Arca nur aus Sinneszellen bestehen: 1. weil ich glaube, daß es an der Zeit ist, bei den Mollusken zwischen reinen Sinnesorganen und drüsig differenzierten genauer zu unterscheiden, 2. um zu zeigen, daß eine Homologisierung dieser Organe beispielsweise mit den von STEMPELL bei den Nuculiden (vgl. STEMPELL 1898, p. 408 ff.) und bei Solemya (vgl. STEMPELL 1899, p. 155 ff.) beschriebenen pallialen Organen von vornherein ausgeschlossen ist, weil dort eine Zusammensetzung von Sinneszellen und Drüsenzellen vorliegt, wobei sogar letztere die Oberhand zu haben scheinen. Auch das von STEMPELL (vgl. STEMPELL 1898, p. 389) als Analdrüse bezeichnete Gebilde bei Leda hat nichts mit den abdominalen Sinnesorganen von Arca zu tun, was THIELE (vgl. THIELE 1902, p. 383), als von STEMPELL behauptet, glaubte zurückweisen zu müssen. Indessen aus einer Fußnote bei STEMPELL (1898, p. 389) geht deutlich genug hervor, daß er selber sie gar nicht als homologe Gebilde aufgefaßt wissen wollte.

Etwas anderes ist es, wenn PELSENEER behauptet, das palliale Organ, das er bei vielen Siphoniaten entdeckt hat, speziell bei Tellina als „un appareil spécial situé sur le côté du retracteur des siphons branchial (vgl. PELSENEER 1891, p. 270), sei dem abdominalen Sinnesorgane THIELEs homolog zu setzen; denn das scheint in der Tat auch nur aus epithelialen Sinneszellen zu bestehen.

THIELE behauptet, daß die Innervierung der Abdominalorgane (speziell bei Arca noae) durch einen freien Seitenzweig des mittelsten hinteren Mantelnerven erfolge (vgl. THIELE 1889, p. 48) und er, wie auch PELSENEER, verallgemeinert das für alle Fälle. Ich aber habe speziell bei Arca barbata (L.) festgestellt, daß jedes dieser Organe einen eigenen selbständigen Nerven besitzt, der bis zum Viszeralganglion hin zu verfolgen ist, von dessen hinterer medianer Seite er ausgeht; wir hätten es also hier mit einem besonderen Nervus abdominalis zu tun.

Nach THIELE (1889, p. 50) kommen die abdominalen Sinnesorgane im Wesentlichen nur bei Muscheln mit offenem Mantel vor[1]). Dies und der Umstand, daß sie bei Arca stets in der Nähe des Afters liegen, legt mir die Vermutung nahe, daß es wohl nicht ihre Aufgabe sein kann, das Atemwasser zu prüfen — wie man gewöhnlich annimmt —, sondern ihre Lage in der Aftergegend scheint mir auf einen anderen Zweck zu deuten. Eben weil sie vornehmlich bei Asiphoniern mit offenem Mantel vorkommen, so denke ich mir, zeigen diese Organe dem Tiere an, wann seine Exkremente usw. das Wasser verunreinigen, so daß es dann, vielleicht durch wiederholtes Öffnen und Schließen der Schalen für Erzeugung eines intensiveren Wasserstromes sorgen kann, der allen Schmutz fortspült. Die Siphonier bedürfen an dieser Stelle eines solchen Organes dann nicht, weil sie ja im Besitze eines eigenen Analsiphos sind.

Für die Prüfung des Atemwassers müßten doch eigentlich die nur selten fehlenden Osphradien, denen man ja auch diese Funktion zuschreibt, ausreichen. Demnach scheint mir die Deutung THIELES einstweilen die richtigste zu sein.

Über die Atmungsorgane, die Kiemen, will ich hinweggehen, es ist auch schon das meiste bekannt, und mich gleich zuwenden dem

## 2. Zirkulationssystem.

Das Perikard zerfällt bei Arca stets in zwei getrennte Perikardialhöhlen, eine rechte und eine linke, die entweder miteinander kommunizieren — in der Ventrikelgegend — oder sich auf eine kurze Strecke in der Mediane etwas nähern. Die beiden Herz-

1) Aus dem Haarbesatz schließt er, daß die Organe dazu da seien, Bewegungen des umgebenden Mediums (Wasserströmungen) wahrzunehmen (p. 56). „Bei der Gattung Arca — so schreibt er p. 57 u. 58 — ist der Mantel ganz offen und die Kiemen beider Seiten sind vollkommen voneinander getrennt; unter diesen Bedingungen werden die abdominalen Sinnesorgane ihrer Funktion am besten genügen, dagegen, wenn sich durch Verwachsung der Mantelränder und der Kiemen die Analgegend gegen das umgebende Medium abschließt, so ist es verständlich, daß hier eine Wasserbewegung nicht mehr wahrzunehmen ist, und daß die Sinnesorgane, die sie perzipierten, sich rückbilden. Daher ihr Fehlen bei den Siphoniaten.“ — Eine Perzeption von Wasserbewegungen gröberer Art bezeichnet F. E. SCHULZE (1870) auch als Aufgabe der Seitenorgane von Fischen, und EISIG nimmt für die der Capitelliden dieselbe Funktion an.

beutel liegen dorsal in der Umbonalgegend, jederseits der Hauptsache nach lateral von der eigentlichen Masse des Körpers. Vorn beginnen sie gleich nach dem Ende der Mundlappen mit dem Anfange der Kiemenachsen und in der Transversalregion etwa der Magenmitte oder des Magenendes. Hinten endigen sie stets über der Mitte der Nieren, etwa — bei Arca lactea genau — in einer Transversalebene mit den Viszeralganglien, ganz lateral und dorsal in die Ecke gepreßt.

Die Begrenzung der Perikardien ist vorn, in der Mitte und hinten eine verschiedene, besonders ventral und medianwärts. Dorsal grenzt das Herzbeutelepithel direkt an das des Körpers, nur eine dünne Bindegewebslamelle dazwischen lassend; und zwar bleibt diese Begrenzung konstant. Lateral-distal bilden das lakunenreiche Mantelgewebe und die Kiemenachse die ebenfalls konstante Grenze (vgl. Fig. 32). Nur bei Arca (Barbatia) Platei grenzt das Perikard lateral auch an den äußeren vorderen Nierenschenkel (vgl. Fig. 27 u. 28), der vorn ungefähr in einer Transversalregion mit dem Perikard beginnt. Dagegen läuft der Herzbeutel jederseits nach der Mediane hin am Anfange spitz zu und berührt den Körper nur in einem Punkte; weiter nach hinten aber zieht er sich ventral am Körper herab und ist wie von den dorsalen Geschlechts- und Leberteilen so später von dem hinteren Retraktor median durch eine Muskellamelle getrennt, die in die laterale Längsmuskulatur des Körpers übergeht. In seinem letzten Teil endlich bildet die Niere an dieser Seite die Begrenzung (vgl. Fig. 29). Ventral liegt anfangs das zwischen Kiemenachse und Körper ausgespannte Epithel mit dazwischen liegender Bindegewebsschicht, bald aber legt sich hier die Niere an und drängt das Perikard immer mehr dorsalwärts und nach außen hin, der Kiemenachse zu (vgl. Fig. 27—29).

Die ganzen Perikardien sind somit längsgestreckt und erreichen ungefähr in der Mitte ihre größte Weite (vgl. Textfig. 5). Vorn und hinten weit getrennt, streben sie in der Mitte — nach der Mediane hin — aufeinander zu, um bei Arca lactea und Arca (Barbatia) Platei zu kommunizieren. Bei Arca barbata (L.) kommunizieren sie nicht mehr, kommen sich aber sehr nahe in der Gegend der Aortenstämme, dorsal vom hinteren Retraktor; und bei Arca noae und Arca angulata (King) erreichen sie sich nicht entfernt.

Die Herzen selber weisen große Verschiedenheiten auf, darum will ich sie gesondert besprechen. Arca (Barbatia)

Platei scheint mir auch da die primitivste Form zu sein, denn hier kommunizieren nicht nur die Ventrikel in der Mediane, sondern auch die Atrien (vgl. Fig. 28—29 *Atm*). Der sehr muskulöse Ventrikel — man redet infolgedessen am besten nur von einem Ventrikel mit zwei lateralen Ausbuchtungen — wendet seine lateralen Breitseiten den muskelarmen Atrien zu, während er in der Mediane schmaler ist (vgl. Fig. 28 u. 29); es sind zwei kolbenartige Anschwellungen, die jederseits ins Perikard — das hier seine größte Ausdehnung zeigt — hineinragen, und jederseits mit dem zugehörigen Atrium (*At*) in Verbindung stehen. Der Zufluß des Blutes wird reguliert, resp. ein Zurückströmen des Blutes in die Vorhöfe wird verhindert durch einen Sphinkter am Ostium venosum des Ventrikels. Perikard (*Pc*) und Ventrikel (*V*) werden vom Darm (*ed*) vollständig durchbohrt. Von der Kommunikation entspringt aus jedem der beiden Herzkammerteile medianwärts ein Aortenstamm (*Aa*) mit halbmondförmiger Klappe (vgl. Fig. 27 *AKl*), die sich kurz vor dem Eintritt des Darmes in den Ventrikel vereinigen und als Aorta anterior dorsal vom Darm nach vorn verlaufen; kurz vor seinem Austritt aus dem Ventrikel legt sich ventral vom Rectum die Aorta posterior an, die des weiteren zwischen den hinteren Retraktoren nach hinten zieht.

Die Atrien (*At*), die bekanntlich als von der Seite her in die Perikardialhöhlen hinein erfolgte Einstülpungen der Perikardialwand aufzufassen sind, stehen vorn mit den lakunären Bluträumen des Mantels und mit dem abführenden Kiemengefäß in offener Kommunikation. So sind sie denn lateral begrenzt von der Kiemenachse, daneben aber auch, wie gesagt, von dem äußeren vorderen Nierenschenkel (vgl. Fig. 27—29), während sie median ins Innere der Perikardien hineinragen und mit dem Ostium venosum des Ventrikels in Verbindung stehen (vgl. Fig. 29). Weiter hinten dagegen dehnt sich der Vorhof auch ventral und median weiter aus (vgl. Fig. 28 u. 29 *Atm*), indem er ventral auf dem inneren Nierenschenkel anwächst; ja an einer Stelle kommen sich die beiderseitigen Vorhöfe soweit entgegen, daß sie unter dem vom Darm durchbohrten Ventrikel sogar eine feine Kommunikation aufweisen (vgl. Fig. 29). Die Verhältnisse liegen hierin also ähnlich wie bei Arca scapha, und eine Abbildung würde sich nur dadurch von der unterscheiden, die Ménegaux (1890, p. 74, Fig. 22) von eben genannter Form gegeben hat, daß der Darm hier den Ventrikel durchbohrt, während er bei Arca scapha

ventral vom Ventrikel verläuft. Hinten steht der Vorhof abermals mit dem Kiemengefäß in offener Kommunikation. Auf den Atrien ist auch die Perikardialdrüse deutlich entwickelt, aber nur an der äußeren Oberfläche, nicht auch auf inneren Muskeltrabekeln etwa in der Form, wie sie GROBBEN (vgl. GROBBEN 1888, p. 11 [365]) an Arca noae beschrieben hat.

Der Darm ist innerhalb des Ventrikels, wie ich noch besonders bemerken will, zwar nicht von einer außergewöhnlich starken Muscularis umgeben, aber eine außergewöhnlich umfangreiche Bindegewebsschicht hält ihn hier netzförmig umsponnen.

Weiter nach hinten bewirkt das Aufrücken der hinteren Retraktoren (*rpp*) bald wieder die Trennung von Perikardien und Ventrikelteilen; auch die Nierenschenkel, die bald zu einem einzigen Sack verschmelzen, schieben das Perikard immer mehr dorsal und lateral in eine Ecke hinein und verdrängen es schließlich ganz.

Wenn wir mit GROBBEN (1888, p. 6) und STEMPELL (1898, p. 394) annehmen, daß wir in dem vom Darm durchbohrten Herzen den ursprünglichsten Typus des Lamellibranchierherzens vor Augen haben — THEILER nennt ihn nur den häufigsten — so stellt also Arca (Barbatia) Platei sicherlich eine sehr primitive Art dar, zumal auch die Vorhöfe noch kommunizieren.

Einen nur wenig verschiedenen — ich will nicht sagen höheren — Entwicklungsmodus haben wir in dem Herzen von Arca lactea vor uns. Auch hier kommunizieren die Perikardien in der Mediane, und auch hier haben wir nur einen Ventrikel — mit zwei lateralen Ausbuchtungen —, der vom Enddarm vollkommen durchbohrt wird. Aber die Atrien kommunizieren nicht mehr, wenngleich sie in der Mitte ziemlich weit median ventral auf dem inneren Nierenschenkel angewachsen sind. Ob am Ostium venosum des Ventrikels ein Sphinkter vorhanden ist oder Atrioventrikularklappen vorliegen, konnte ich leider nach meinem Exemplar nicht entscheiden, nach THEILER (1907, p. 127) ist ein Sphinkter vorhanden; ebensowenig, ob der Vorhof eine Perikardialdrüse hat oder nicht, meine Befunde sprechen hier mehr für das Nichtvorhandensein einer solchen, doch sind sie nicht deutlich genug. Die Kommunikation der Perikardien ist sehr weit und geräumig, und sie wird ventral von den letzten Ausläufern der Ovarien begrenzt. Der hinter der Transversalregion des Magenendes gelegene Ventrikel ist nach den Seiten hin nicht sehr ausgedehnt, so daß die Stämme der Aorta anterior sehr kurz aus-

fallen und kaum noch als solche anzusprechen sind. Die vordere Aorta, in der ich Klappvorrichtungen nicht gefunden habe, verdankt ihren Ursprung demnach sozusagen dem Anfangsteil der Ventrikelanastomose, ist zu Anfang mit ihrem Lumen ins Perikard vorgewölbt und von Perikardepithel bekleidet, und sie verläuft dorsal und etwas rechts vom Darm nach vorn. Die Aorta posterior, die hier ebenso wie bei Arca (Barbatia) Platei eine von der vorderen gesonderte Ursprungsstätte hat, entsteht ventral vom Rectum, sobald es den Ventrikel verlassen hat, sich aber noch im Perikard befindet und verläuft in derselben Lage nach hinten.

Das Herz von Arca lactea wurde zum erstenmal ausführlich beschrieben von A. THEILER (vgl. THEILER 1907, p. 126—128); indessen unterscheiden sich seine Resultate in manchen Punkten von den meinen. So findet er, daß das Perikard doppelt ist und daß nur ein schmaler Verbindungsgang vor dem Ventrikel zwischen beiden besteht, dessen hinteren Teil das Verbindungsstück der Ventrikel einnimmt, das oben, unten und hinten mit dem Perikard verwachsen ist, vorn aber nicht bis an die vordere Perikardwand hinreicht, sondern den erwähnten Verbindungsgang der zwei seitlichen Perikardhöhlen frei läßt. Ob die zwei seitlichen Ventrikelblasen miteinander kommunizieren, scheint ihm fraglich, er hält es aber für wahrscheinlich. Den Ursprung der vorderen Aorta aus zwei Aortenstämmen, die sich in der Mitte vereinigen, hat auch er gefunden.

THEILER betont extra, daß er nur ältere Exemplare zur Untersuchung hat bekommen können und gibt die Möglichkeit zu, daß die beiden seitlichen Herzhöhlen in der Jugend kommunizieren.

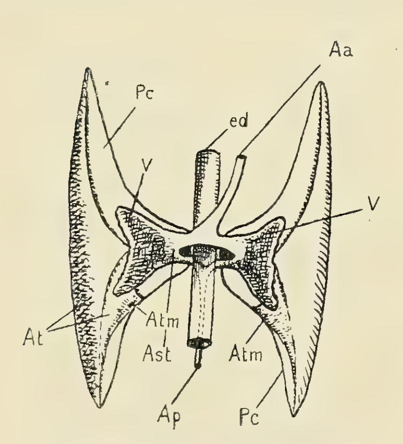
Demnach scheint mein Exemplar ein derartiges Jugendstadium von Arca lactea darzustellen, denn ich habe mit Sicherheit feststellen können, daß sowohl die Ventrikelhälften kommunizieren, — ja mit so weitem Verbindungsstück kommunizieren, daß ich nur von einem einzigen Ventrikel glaube reden zu dürfen, zumal er nirgends mit dem ebenfalls einheitlichen Perikard verwachsen ist. THEILER sagt zwar (l. c. p. 138 u. 139, man könne nur dann von einem doppelten Herzen sprechen, wenn jeder Ventrikel für sich funktioniere. Das Kriterium dafür sei das Vorhandensein einer besonderen Aorta an jedem Ventrikel, und es treffe dies zu bei Arca noae, barbata, tetragona und lactea (sicher bei ausgewachsenen Formen), die alle gesonderte Ven-

trikel mit eigenen Aorten hätten. Damit stellt er implicite die Behauptung auf, Arca lactea habe ein doppeltes Herz, weil jeder Ventrikelteil seinen besonderen Aortenstamm habe. In seinem Falle trifft es ja zu, aber verallgemeinern kann man diese Behauptung nicht, und es ist nicht schwer, sie zu widerlegen. Zunächst einmal hat das Jugendstadium von Arca lactea trotz seiner zwei Aortenstämme — die wie gesagt sehr kurz sind — nur einen Ventrikel, wie ich glaube erwiesen zu haben, und was aus meiner Querschnittsserie jederzeit ersehen werden kann. Zweitens müßte dann auch Arca (Barbatia) Platei ein doppeltes Herz haben, denn auch hier sind zwei Aortenstämme vorhanden. Aus meinen Untersuchungen geht aber hervor, daß davon nicht die Rede sein kann.

Theiler widerlegt sich auch schon selbst, denn er schreibt gleich darauf (l. c. p. 139): „Zwei Ventrikel können nur dann vorkommen, wenn auch zwei Perikardien vorhanden sind; das trifft wiederum zu bei Arca noae, barbata und tetragona". Hier muß er also schon selber Arca lactea ausnehmen, denn Theiler hat ja selbst den erwähnten schmalen Verbindungsgang gefunden, und auch nach meinen Untersuchungen steht es fest, daß diese Art in der Tat ein einheitliches Perikard hat; das läßt sich nicht wegleugnen. Es müßte denn sein, daß bei ganz alten ausgewachsenen Formen dieser Gang auch noch verloren ginge; dafür haben wir aber einstweilen noch keine Beweise.

Wie ist es nun zu erklären, daß Arca lactea im ausgewachsenen Zustande offenbar andere Verhältnisse in der Ausbildung des Herzens aufweist als im Jugendstadium? — Doch wohl nur so, wie es Theiler nur recht zaghaft herausbringt (p. 128), daß nämlich zunächst ein einheitlicher Ventrikel und auch ein einheitliches Perikard angelegt wird, der im Verlaufe der ontogenetischen Entwicklung — wohl durch das Wachstum und die Tätigkeit der hinteren Retraktoren bedrängt — zu einem doppelten wird. Daß das Perikard schließlich auch mit in diesen Trennungsprozeß hineingezogen wird, ist wohl ohne weiteres einleuchtend. Dafür, daß die causa efficiens der Trennung von hinten kommt, ist nichts beweisender als der Fund Theilers, daß der schmale Verbindungsgang der Perikardien in seinem hinteren Teile vom Verbindungsstück der Ventrikelblasen eingenommen wird, mit dem das Perikard hinten, oben und unten verwachsen ist, während er vorn als offener Verbindungsgang bestehen bleibt.

Es folgt nun auf Arca (Barbatia) Platei und Arca lactea ein Stadium, das man als Zwischenstufe zwischen den genannten beiden Arten einerseits und zwischen Arca noae und Arca angulata (King) andererseits betrachten kann, das ist die mit am besten bekannte Form Arca (Barbatia) barbata (L). Auch hier — wie schon hinsichtlich des Magendarms — ist der Unterschied zwischen Arca (Barbatia) Platei und Arca (Barbatia) barbata (L) wieder sehr auffallend. Diese Art stellt nämlich in der Tat ein Zwischenstadium dar, insofern, als die Perikardien und die Ventrikel nicht mehr kommunizieren, aber auch noch nicht soweit voneinander getrennt sind wie bei Arca noae und Arca angulata; sondern beide, sowohl Perikardien wie Ventrikel, erreichen noch in der Mediane den Enddarm — die Perikardien ganz, die Ventrikel annähernd —, legen sich aber nur seiner Wandung (des Enddarms) an, ohne daß mit dem Gegenüber eine Anastomose zustande kommt; Perikard und Ventrikel sind also doppelt. Wenn man so will, kann man allenfalls noch von einer unechten Kommunikation der Ventrikel reden, die dann durch Vermittlung der ziemlich umfangreichen Aortenstämme der Aorta anterior und proterior zustande käme, (vgl. Textfig. 5 *Ast*). Es gehen nämlich beide Aorten jederseits aus dem selben Aortenstamme (*Ast*) hervor. Da die Aorta anterior (*Aa*) über, die Aorta posterior (*Ap*) unter dem Darm liegt, so erscheint das Ganze noch mehr wie eine breitlochige Durchbohrung der Herzen (vgl. Textfig. 5). Diese Tatsache ist schon von Theiler (vgl. Theiler 1907, p. 122 u. 123), der diese Verhältnisse des Genaueren erörtert hat, erkannt worden; indessen hat Theiler die Abbildung Ménegauxs in seine Arbeit mit hinübergenommen und sie in dieser Beziehung unkorrigiert gelassen. Ménegaux (vgl. Ménegaux 1890, Fig. 21, p. 74) stellt die Sache nämlich so dar, als ob jede Aorta für sich mit einem besonderen Aortenstamme sich aus dem Ventrikel differenzierte, und das ist durchaus nicht der Fall. Auch zeichnet Ménegaux die Umgrenzung der Perikardien in der Mediane




Textfig. 5. Herz von Arca barbata (L.).

falsch, nämlich nicht nahe genug an den Enddarm, und auch das läßt THEILER ihm durchgehen. Wie gesagt kommen sich aber die Perikardien in der Mediane sehr nahe und lassen nur soviel Raum zwischen sich, daß der Darm ungestört in dorsoventraler Abplattung durch den Zwischenraum hindurch kann. Infolgedessen habe ich — unter Zugrundelegung der Fig. 21 von MÉNEGAUX — diese Verhältnisse für Arca barbata (L) noch einmal gezeichnet und die Verbesserungen darin angebracht (vgl. Textfig. 5). Das war auch noch aus einem anderen Grunde notwendig, denn trotzdem THEILER (l. c. p. 122) schreibt: „andererseits ist fast der ganze hintere Teil des Vorhofs auch median mit dem an der Niere gelegenen Teil des Perikards verlötet", hat er das in der Figur MÉNEGAUXS, die eine derartige Darstellung vermissen läßt, nicht so deutlich korrigiert, daß es dem unbefangenen Beschauer sofort klar wäre. Ich selber habe zwar gefunden, daß besagte mediane Befestigung des Vorhofes nur eine kurze Strecke dauert und habe daher die Zeichnung nach meinen Befunden verbessert. — Noch muß ich auf ein weiteres Versehen THEILERS aufmerksam machen. Er schreibt nämlich (l. c. p. 122): „Die Rückströmung des Blutes aus dem Ventrikel in den Vorhof wird verhindert durch einen Sphinkter." Das ist nicht der Fall, sondern es existieren zwei deutliche Atrioventrikularklappen, die aus zwei dünnhäutigen Membranen bestehen, deren eine an der dorsalen, die andere an der ventralen Wand des Ventrikels an der Atrioventrikularöffnung befestigt ist und deren freie Ränder medianwärts in die Herzkammer hineinhängen. Es sind dies taschenartige Gebilde, die sich, wenn sie mit Blut gefüllt sind — bei der Kontraktion des Ventrikels —, aneinanderlegen und so ein Zurückströmen des Blutes in die Vorhöfe verhindern; während sie, wenn das Blut aus den Atrien in die Ventrikel strömt, sich eng an die Ventrikelwände anlegen und dadurch die Passage in der Atrioventrikularöffnung vollkommen frei machen. Es liegen demnach in dieser Beziehung hier ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie sie STEMPELL (1899, p. 133) bei den Nuculiden beschrieben und in seiner Fig. 19, Taf. IX bildlich dargestellt hat.

Während die Vorhöfe einer Muskulatur fast vollkommen entbehren, sind die Ventrikel überaus reich mit Muskeltrabekeln ausgestattet, die sie nach allen Richtungen hin, namentlich kurz hinter den Atrioventrikularklappen, durchziehen; indessen der Teil des Ventrikels, der der Mediane zugewandt ist, einschließlich der Aortenstämme, hat nur wenig Muskulatur aufzuweisen.

Zum Schluß muß ich noch die Frage erörtern: „Ist eine Duplizität des Ventrikels vorhanden oder haben wir auch hier nur einen einzigen Ventrikel mit zwei lateralen Ausbuchtungen oder Ventrikelblasen vor uns?“ — Meine bisherigen Ausführungen könnten nämlich Widersprüche zu enthalten scheinen; aber auch die Tatsachen scheinen auf den ersten Blick paradox genug. Theiler (1907, p. 125) wirft Pelseneer (1891) vor, er habe die Duplizität des Herzens von Arca barbata (L.) nicht erkannt, denn er zeichne (Fig. 57) den Ventrikel — wenngleich mit zwei seitlichen Anschwellungen — nur als einen einzigen zusammenhängenden Hohlraum. Theiler selbst indessen will nie eine Verbindung zwischen den beiden seitlichen Herzlumina erkannt haben. Die Wahrheit liegt auch hier mal wieder in der Mitte. Es ist nämlich in der Tat etwas Richtiges dran, wenn Pelseneer (1891, p. 251) schreibt, bei Arca liege der Ventrikel dorsal vom Rectum; aber er hätte ebensogut sagen können, der Ventrikel läge ventral vom Rectum. Denn es ist wirklich eine deutliche Verbindung der beiden Herzkammerhälften dorsal vom Enddarm zu sehen und ebenso eine ventrale, wie ich an verschiedenen Querschnittsserien dieser Art festgestellt habe. Trotzdem kann im Ernst von einer echten Ventrikelkommunikation nicht die Rede sein, denn die würde ja nach den vorangegangenen Erörterungen (bei Arca lactea) eine Kommunikation der Perikardien zur Voraussetzung haben. Eine solche habe aber weder ich noch Theiler bei Arca barbata (L.) entdecken können. Pelseneer hat das Perikard leider gar nicht untersucht, deshalb bemerkt Theiler ganz richtig (l. c. p. 125): „Hätte er dasselbe untersucht, so müßte ihm seine Duplizität gewiß aufgefallen sein; dann wäre er wohl auch auf die Idee gekommen, daß ein doppeltes Perikard mit einem einfachen Herzen nicht gut denkbar ist.“ Deshalb habe ich auch nur von einer unechten Kommunikation geredet, denn in Wirklichkeit besteht die vermeintliche dorsale Kommunikation aus weiter nichts als den Wurzelkanälen, die, der eine vom rechten, der andere vom linken Aortenstamm der zugehörigen Ventrikel kommend, geradeswegs in medianer Richtung verlaufen und sich über dem Enddarm zur Bildung der Aorta anterior *(Aa)* vereinen, während die ventrale dementsprechend die Wurzeln der hinteren Aorta darstellt, die sich unter dem Enddarm zur Aorta posterior *(Ap)* vereinen. Daß Pelseneer nur die dorsale Kommunikation, also die Anfangsteile der vorderen Aorta, gesehen hat, ist mir sehr erklärlich, denn

1. sprach das sehr zugunsten seiner Theorie, daß die dorsale Lage des Herzens bei den Lamellibranchiern die ursprüngliche sei (vgl. 1891, p. 252) — so war vielleicht der Wunsch der Vater des Gedankens — und

2. sind die dorsal gelegenen Wurzeln der Aorta anterior auch bei weitem deutlicher und großlumiger, als die der ventral gelegenen hinteren Aorta, von denen auch Theiler zugibt (l. c. p. 123), daß sie schwer zu finden seien.

Vielleicht sind diese Verhältnisse bei älteren Exemplaren so differenziert, daß die Aortenwurzeln nicht direkt der Mediane zulaufen, sondern die einen vielleicht schräg nach vorn, die anderen schräg nach hinten ziehen; wenigstens kann ich mir nur so erklären, daß Theiler, der anscheinend auch hier nur mit älteren Exemplaren gearbeitet hat, gar nie eine Verbindung der beiden Herzlumina gefunden haben will.

Die Perikardialdrüse des Vorhofes ist bei meinen Exemplaren nur schwach entwickelt in der einfachen Form. Ménegaux erwähnt diese Drüse bei Arca barbata (L.), ohne ihr indessen große Aufmerksamkeit zu schenken, aber vermutlich soll sich folgender Satz auf sie beziehen (1890, p. 75): „Des plis longitudinaux et transversaux font paraître la surface de l'oreillette bosselée". Theiler dagegen hat die Perikardialdrüse überhaupt nicht mit in seine Untersuchungen hineinbezogen.

Die beiden Arten, die zu besprechen mir nun noch übrig bleiben, Arca noae und Arca angulata King, zeigen ganz die gleichen Situationsverhältnisse des Herzens. War bei Arca barbata (L.) schon die vollkommene Trennung der Perikardhälften wie der Ventrikel vorhanden, so haben wir nunmehr zwei Fälle vor uns, wo die reinliche Scheidung in zwei vollkommen selbständige Pericardien und Ventrikel in extremstem Maße durchgeführt ist. Für Arca noae sind diese Tatsachen schon lange bekannt, schon Poli (vgl. Poli 1795, T. II p. 132 und 133) hat sie entdeckt und dargestellt, und nach ihm war Arca noae für die Forschung das „klassische Untersuchungsobjekt", wie Theiler schreibt. Über die Literatur kann man das Nötige bei Grobben (1888, p. 5ff. und Taf. I, Fig. 1 u. 2) und Theiler (1907, p. 118ff. u. p. 125) nachlesen. Grobben (l. c.) hat eine ausführliche Beschreibung und gute Abbildung geliefert, und Ménegaux (vgl. Ménegaux 1890, p. 72ff. u. Fig. 20) hat uns auch über den Ursprung der Aorten und über die genaueren Zirkulationsverhältnisse durch Wort und Bild unterrichtet.

Nach Theiler (1907, p. 126) und auch nach meinen eigenen Befunden können wir die Beschreibung der Verhältnisse der zentralen Teile des Blutgefäßsystems von Arca barbata ohne weiteres auf Arca noae übertragen. Der Unterschied liegt nur in der hier noch viel mächtigeren Entwicklung der hinteren Retraktoren und der dadurch erzielten größeren Trennung der Herzen.

Aus der Beschreibung Grobbens (1888, p. 9), die ich durchaus bestätigen kann, will ich noch hervorheben, daß dieser Forscher am Vorhof außer dem Hauptteil, der sich längs des ganzen Außenrandes der Perikardialwand befestigt, noch einen breiten Teil beschreibt (Taf. I, Fig. 1 *a*), „der sich längs des ganzen hinteren an das Bojanussche Organ anstoßenden Randes des Herzbeutels befestigt. Dieser breite Abschnitt ist mit seinem vorderen Rande an der Unterseite der Herzkammer angewachsen; die Verwachsungslinie verläuft in einem Bogen von dem Ostium venosum der Kammer beginnend und hört eine Strecke vor dem medialen Ende (Ostium arteriosum) der Herzkammer auf (Fig. 2).“ Nur zweimal unter den von ihm beobachteten Fällen fand er, daß der hintere Vorkammerabschnitt seine Verbindung mit der hinteren Perikardialwand an der lateralen Strecke aufgegeben hatte, so daß dort ein freier Rand gebildet war. Diese Abtrennung war stets nur einseitig und erwies sich als eine natürlich vorgebildete, nicht durch Läsion erfolgte (p. 10). Hierin und außerdem in den Runzeln und Buckeln der Vorkammerwand fand Grobben also individuelle Verschiedenheiten, so daß er Arca noae schließlich als eine auch sonst im allgemeinen sehr variable Form bezeichnet. Über dies Urteil kann ich nichts sagen, weil ich nur ein Exemplar untersucht habe. — Die Perikardialdrüse fand Grobben (p. 10—12) an dem Perikardialüberzug des Vorhofes, an der inneren Wand desselben und an den das Atrium durchsetzenden Muskelbalken; ich selbst dagegen konnte sie nur in schwacher Ausbildung an der äußeren Seite des Vorhofes entdecken, was man vielleicht als einen weiteren Beweis für die Variabilität dieser Art ansehen kann. — Es sei mir gestattet, an dieser Stelle einige Beobachtungen Herrrn Prof. Stempells wiederzugeben, die von ihm an lebendem Material gemacht und mir von ihm zur Verfügung gestellt wurden (Neapel 1898). Er schreibt: „Die Wand des Vorhofes ist bei Arca noae schmutzigbraun, die des Ventrikels an frischen Exemplaren keineswegs „blaß“, wie Grobben sagt, sondern rötlich. Auf den Zellen des Vorhofsüberzuges habe ich ebenfalls je eine Geißel sehen können

(nur mit Ölimmersion!). Die Zellen sahen im übrigen ebenso aus, wie sie GROBBEN beschreibt."

Doch gehen wir weiter zu Arca angulata KING. Diese anatomisch noch gar nicht untersuchte Art streitet sich gewissermaßen mit Arca noae um den Vorzug, es in der Trennung der Perikardien und Ventrikel am weitesten gebracht zu haben. Die hinteren Retraktoren sind hier von einer geradezu erstaunlichen Mächtigkeit und haben das Herz weit nach vorn gedrängt. Wir finden, wie bei Arca noae (vgl. GROBBEN 1888, p. 9ff.), zwei symmetrisch gelagerte Perikardialräume, die in mediolateraler Richtung bedeutend ausgedehnter sind als in dorsoventraler (vgl. Fig. 32 *Pc*) und deren jeder einen Herzkammerteil *(V)* und den Vorhof der entsprechenden Körperseite *(At)* enthält. Jeder Vorhof *(At)* befestigt sich einerseits längs des ganzen dorsalen Außenrandes der Perikardialwand, sowohl nach vorn als nach hinten bis in die Spitzen des Perikardialraumes reichend und sich allmählich verschmälernd, andererseits an der Herzkammer, wo er am Ostium venosum der Kammer sich an die Wand dieser anschließt, und drittens verläuft von da aus, sich an der Ventralseite des Ventrikels langziehend zur medianen Herzbeutelwand hin, noch ein Abschnitt des Atriums, der dem „breiten Teil" des Vorhofes von Arca noae (vgl. GROBBEN 1888, Fig. 1 *a*) entspricht. Nur ist hier dieser mediane Teil des Atriums nicht mehr breit zu nennen (vgl. Fig. 32 *Atm*), sondern er ist recht schmal geworden und mit der medianen Wand des Perikards nur anfangs von der Mitte des venösen Sinus (*vs*) bis ungefähr zur Abzweigung der hinteren Aorta vom Ventrikel (vgl. Fig. 31 *Atm*) verwachsen; die Niere erreicht er gar nicht mehr. Mit dem Kiemengefäß und dem Lakunensystem des Mantels steht der Vorhof des öfteren auf der ganzen lateralen Strecke in offener Kommunikation. Auch sind zwischen Atrium und Ventrikel typische (vgl. Arca barbata) Atrioventrikularklappen (*Kl*) vorhanden. Indessen die Perikardialdrüse des Vorhofes habe ich auch hier nur auf der äußeren, dem Perikardialraum zugewandten Oberfläche gesehen in der einfachen Form drüsiger Zellen, die nur an der Basis zusammenhängen und im übrigen frei und ohne sich zu berühren in das Herzbeutellumen vorragen. An den zarten Muskelfäden im Innern des Vorhofes, wo GROBBEN (1888, p. 10—12) bei Arca noae solche gefunden hat, habe ich keinerlei drüsige Elemente wahrgenommen, es ist auch nur sehr wenig Muskulatur in den Atrien vorhanden, ganz im Gegensatz zu den Ventrikeln, die nach allen

Richtungen hin von Muskeltrabekeln durchzogen werden (vgl. Fig. 31 u. 32). Die Aortenstämme sind voneinander schon am Ventrikel durchaus getrennt. Es verläuft etwa von der Mitte jedes Ventrikels ein Truncus arteriosus zur Mediane und etwas nach vorn, die sich dorsal vom Rectum zur Aorta ant. vereinen. Ebenso zweigt sich weiter hinten von dem mediansten Zipfel jeder Herzkammer ein Aortenstamm ab (vgl. Fig. 31), der schräg nach hinten zur Mediane verläuft, um dort vereint mit seinem Partner ventral vom Enddarm die Aorta post. zu bilden. Die Anfangsteile der Trunci arteriosi werden, solange sie im Perikardialraume sind, vom Perikardialepithel *(pep)* bekleidet (vgl. Fig. 30 u. 31). In jedem Wurzelstamme der Aorta ant. findet sich an der Stelle, wo er den Zentralkörper dorsal vom Retractor posterior *(rpp)* und dem hinteren Ausläufer des Hodens *(H)* und der Leber *(lb)* erreicht, eine halbmondförmige Klappe (Fig. 30 *Akl*), die an der vorderen und ventralen Wand des Truncus festgewachsen ist und einem Rückströmen des Blutes nach dem Ventrikel hin ein wirksames Hindernis in den Weg setzt. In dem hinteren Truncus dient ein Sphinkter *(sph)* demselben Zweck (vgl. Fig. 31).

Das wären die Ergebnisse meiner Untersuchungen.

Ménegaux (1890, p. 73/74) beschreibt noch das Herz einer Arca scapha Chem., was ich der Vollständigkeit halber erwähnen will. Diese Art hat ein einfaches Perikard und einen einfachen Ventrikel mit nur einer vorderen und einer hinteren Aorta; auch ist — wie aus Ménegauxs Fig. 22 (p. 74) hervorgeht — hinten und ventral vom Enddarm eine Kommunikation der Vorhöfe vorhanden, was Ménegaux an einer Stelle auch wörtlich bestätigt: „Les deux poches péricardiques, encore distinctes dans l'A. barbata, communiquent en arrière du ventricule ainsi que les oreillettes dans l'A. scapha“ (p. 205). Andererseits nimmt diese Art eine Sonderstellung in der Gattung Arca ein, insofern als der Enddarm nicht den Ventrikel durchbohrt, sondern ventral von ihm verläuft.

Ferner macht uns Theiler (1907, p. 129 u. 130) mit einer Arca tetragona Poli bekannt, die wieder gänzlich voneinander getrennte Perikardien und Ventrikel hat mit selbständigen Aortenwurzeln. Diese Form wird wohl in eine Reihe mit Arca noae und Arca angulata zu stellen sein oder womöglich noch hinter die beiden, denn sie muß eine sehr breite Gestalt haben, weil Theiler schreibt: „Der Querdurchmesser auf der Rückenseite

ist wohl die Hälfte bis zu drei Viertel der Längsachse." Warum Theiler sie (l. c. p. 139) vor Arca noae und sogar noch vor Arca barbata stellt, ist mir durchaus unerfindlich.

Wir sehen also, daß bezüglich der Lage des Herzens zum Enddarm bei der Gattung Arca eine große Vielseitigkeit herrscht, ähnlich wie sie bei den Nuculiden von Stempell gefunden wurde, und ich kann nur mit ihm sagen (vgl. Stempell 1898, p. 394): „Daß diese Variabilität gerade bei den niedersten Muscheln so stark hervortritt, kann weiter nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, daß die allen Lebewesen angeborene Variationsfähigkeit sich doch natürlich bei den primitivsten und daher umbildungsfähigsten Formen einer Gruppe am deutlichsten ausprägen mußte." Wenn wir deshalb eine Entwicklungsreihe aufstellen wollen, so würde ich nicht, wie Ménegaux (1890, p. 265), von der Gattung Arca sagen: „on y trouve une fusion progressive des deux ventricules en un seul, enserrant plus ou moins le rectum", sondern ich würde es vorziehen, mit Theiler (1907, p. 139) umgekehrt eine Entwicklung vom einfachen zum doppelten Herzen anzunehmen. Und zwar würde ich folgende Anordnung wählen:

1. Arca (Barbatia) Platei — ein Perikard, ein Ventrikel; Atrien kommunizieren mit ihren median ventralen Teilen.

2. Arca lactea — a) Jugendformen in Bezug auf Perikard und Ventrikel zu 1.; b) erwachsenes Stadium zu 3.; Atrien kommunizieren nicht mehr, weisen aber noch eine starke Ausbildung der medianen Teile auf.

3. Arca (Barbatia) barbata (L.) — doppeltes Perikard, doppelte Ventrikel; Atrien median noch gut ausgebildet.

4. Arca noae — doppeltes Perikard, doppelte Ventrikel, beide weit getrennt; mediane Teile der Atrien schwach.

5. Arca angulata (King.) — wie 4.; Atrien median nur noch in schwacher Andeutung.

6. Arca tetragona Poli — wie 4.; über die medianen Verhältnisse der Atrien ist mir nichts bekannt.

Arca scapha Chem. nimmt wegen der suprarectalen Lage seines Herzens durchaus eine Sonderstellung ein in der Gattung Arca und ist in dieses Schema nicht einzuordnen.

Aus meinen Untersuchungen und auch aus denen Theilers geht somit zur Genüge hervor, daß Pelseneer durchaus im Irrtum ist, wenn er schreibt (1891, p. 251): „Nucula, Arca et Anomia ont le ventricule dorsal au rectum." Es könnte zwar scheinen, als ob er recht hätte, wenn man (l. c. p. 251 u. 252) liest: „Il ne

faut pas prendre comme type de Arca l'espèce A. noae, où la grande largeur du corps a écarté énormément les deux demi-ventricules, mais des formes telles que Arca barbata, A. scapha, A. auriculifera etc., où la douplicité est moins exagérée"; aber es stimmt doch nicht, denn PELSENEERS Beispiele sind bis auf eines nicht einwandfrei. Nur für Arca scapha hat seine Behauptung Gültigkeit. Arca barbata (L.) aber hat ein doppeltes und keineswegs dorsal vom Rectum gelegenes Herz, und für Arca auriculifera ist die dorsale Situation des Herzens durchaus unerwiesen, denn GARNER, den PELSENEER als Zeugen dafür anführt, schreibt nur (vgl. GARNER 1877, p. 374): „Some Arcae and Pectunculi have two hearts; A. auriculifera but one, of the shape of an inverted M." — Und wenn PELSENEER gar im Anschluß an MÉNEGAUX (1890) behauptet (l. c. p. 252 u. 253), die dorsale Lage des Herzens zum Rectum sei das Primäre, so steht er heute damit vollständig allein, denn LANG, der 1894 (p. 787) noch dieselbe Ansicht vertrat, ist inzwischen (1903) zu einer anderen übergegangen.

Der Streit um die Phylogenie der Herzform und -lage ist hauptsächlich geknüpft an die Namen MILNE EDWARDS (1858), GROBBEN (1888), MÉNEGAUX (1890), PELSENEER (1891), THIELE (1891 u. 1902), LANG (1894 u. 1903), STEMPELL (1898) und THEILER (1907). Heute stehen sich im wesentlichen nur noch zwei Theorien gegenüber: MILNE EDWARDS—THIELE, die vom Doppelherzen ausgehen, und GROBBEN — STEMPELL — LANG — THEILER, die in verschiedener Weise einen zirkumrectalen Blutsinus als das Primäre ansehen. Beide Parteien glauben von ihrem Standpunkte aus die Entstehung der anderen Formen und Situationen des Lamellibranchierherzens hinreichend erklären zu können.

Die Entscheidung in dieser Frage wird man wohl der Erforschung der Entwicklungsgeschichte überlassen müssen, die indessen noch sehr im Argen liegt. Zu diesem Resultate kommt auch THEILER (1907, p. 138), der auf dem Boden der Hämocöltheorie von LANG steht; er schreibt: „Das zirkumrectale Herz würde überall gebildet werden, wenn nicht ontogenetische Verhältnisse es bedingen würden, daß hier und da die seitlichen Cölomtaschen" — aus deren Verschmelzung LANG sich nach These 60 den Darmblutsinus entstanden denkt — „sich nur oberhalb oder unterhalb des Darmes oder gar nicht treffen können. Welche ontogenetischen Verhältnisse die einzelnen Fälle hervorrufen, sagt uns LANG nicht. Sie sind eben nicht immer die gleichen. Es

mag nun die nächste Aufgabe sein, bei den einzelnen „anormalen“ Lagen des Herzens durch ontogenetische Untersuchungen die Entwicklung des Herzens genau festzustellen.“

Nun, die bisherigen entwicklungsgeschichtlichen Forschungen haben schon allerhand zugunsten der Partei Grobben—Stempell usw. ergeben. Nach Stempell (1898, p. 393) hat Ziegler (1885, p. 554) an Cyclas cornea gezeigt, 1. daß ontogenetisch das Perikard mit dem Herzen an sich gar nichts zu tun hat, so daß also das entwicklungsgeschichtlich nachgewiesene Vorhandensein eines ursprünglich paarigen Perikards nicht auch die Annahme eines ursprünglich paarigen Herzens erfordert; 2. daß entwicklungsgeschichtlich das Herz von vornherein in der Umgebung des Darmes angelegt wird.

In ähnlicher Weise hat neuerdings Drew (1901, p. 350—352) für Nucula delphinodonta nachgewiesen, 1. daß das Perikard aus einem kleinen Teil des ursprünglich angelegten großen dorsalen Hohlraumes hervorgeht dessen größeren ventralen Teil Magen und Leber ausfüllen; 2. daß das Herz ontogenetisch in Erscheinung tritt, einige Zeit, bevor die Darmschlinge sich zu bilden beginnt, und daß seine Höhlung von ihrem ersten Auftreten an den Darm umgibt. Ich übersetze (p. 352): „Zunächst geht der Darm mitten durchs Herz. Die Seiten des Herzens scheinen später beim Wachsen der Nieren dorsal verdrängt zu werden, und der Darm wird der ventralen Wand des Herzens angelegt. Bei dem fortwährenden Wachstum der Nieren wird der ventrale Teil des Ventrikels in eine Mulde ausgezogen, in welcher der Darm liegt. Das Wachstum hält an, bis die Mulde beträchtlich tiefer ist als das Lumen des Darmes. Beim allmählichen Schließen an den vorderen und hinteren Enden dorsal vom Darm wird die Mulde verengt und der Darm wird schließlich frei vom Herzen uud liegt ventral von ihm.“ So haben wir also hier aus einem ursprünglich zirkumrectalen Herzen ein suprarectales werden sehen.

Leicht wird man sich in umgekehrter Weise die Entstehung eines infrarectalen Herzens denken können, wenn dorsal nicht Raum genug vorhanden ist; und auch die Bildung eines paarigen Herzens bilateral vom Enddarm durch die überhandnehmende Einwirkung der hinteren Retraktoren ist wohl unschwer vorstellbar.

Die Entwicklungsgeschichte spricht demnach bis jetzt zugunsten der Annahme eines ursprünglich zirkumrectalen

Herzens bei den Lamellibranchiern, und somit ist es meine Pflicht, mich auf die Seite der Partei Grobben—Stempell—Lang—Theiler zu stellen.

Untersuchungen über den histologischen Bau des Arca-Herzens habe ich nicht angestellt. Nach Theiler (1907, p. 139) stimmt er im allgemeinen mit den bis jetzt bei anderen Gattungen eruierten Verhältnissen überein. Des weiteren verweise ich auf die histologische Arbeit von M. P. Loziński (1906).

## Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind kurz folgende:

### 1. Das Verdauungssystem.

Die Mundhöhle liegt bei den Arcaceen hinter dem Adductor anterior. Der Ösophagus ist kurz und bei Arca angulata mit einer kleinen ventralen blindsackartigen Abschnürung versehen. Seine Mündung in den Magen erfolgt in der Regel von der vorderen Ventralseite, bei Arca Platei dagegen von der Dorsalseite her. Der Magen ist relativ klein und hält nicht mit dem Wachstum des Körpers Schritt; seine Gestalt ist wandelbar, insofern, als sie von den verschiedenen Kontraktionszuständen des Tieres abhängt (vgl. die Tabelle). Immer besteht er aus einem dorsalen Teil, dem eigentlichen Magen, und aus einem ventralen Teil, dem Magendarm. Am eigentlichen Magen unterscheide ich: 1. die Pars cardiaca, 2. den Fundusteil und 3. die Pars pylorica. Alle drei verhalten sich ihrer Größe nach bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Am vorderen und hinteren Magenende befindet sich je ein kleiner Blindsack, die zueinander in bestimmter Korrelation stehen (vgl. Tabelle). Die Öffnungen der Hepatopankreas liegen innerhalb einer Mündungszone, in der Regel im Fundusteil, bei Arca Platei dagegen in der Pars cardiaca. Die Zahl der Öffnungen beträgt 10 und mehr; sie sind asymmetrisch angeordnet bei A. barbata und A. noae, symmetrisch bei A. Platei und A. angulata. Das Epithel des Magens ist verschiedenartig; am auffallendsten ist im ventralen Fundusteil von A. barbata eine Leiste hochprismatischen Wimperepithels, in welches Phagozyten eindringen können, wahrscheinlich zwecks Resorption von Nahrungsstoffen. Es kommen im ganzen Epithel des Darmtractus bei Arca einzellige Drüsen vor, die wohl der Verdauung dienen und vielleicht einigen Ersatz bieten für das Fehlen der Speicheldrüsen. Eine flèche tricuspide

ist immer im Magen vorhanden; sie geht aus sezernierten Tröpfchen hervor. Der Magen besitzt bei A. barbata und A. Platei einen kunstvollen Aufhängeapparat aus transversalen Muskelbändern.

Alle Arcaceen haben einen Magendarm — bestehend aus Darmrinne und Kristallstielscheide — der sich in säbelförmiger Krümmung in den Fuß hinunter erstreckt. Es existiert also kein gesondertes Kristallstielcoecum. Vom Magen aus führt eine Rinne in den Magendarm hinein. Darmrinne und Kristallstielscheide werden getrennt durch hohe Epithelwülste, in denen sich — namentlich in der unteren Partie — viele einzellige Drüsen befinden, welche den Kristallstiel ausscheiden. Beide Teile stehen in Verbindung durch eine Längsspalte. Ein auffallender Unterschied ist zu konstatieren zwischen A. (Barbatia) barbata und A. (Barbatia) Platei: Arca barbata hat 1. eine weit tiefere Darmrinne, 2. höhere Epithelwülste und 3. infolgedessen eine engere Längsspalte als A. Platei.

Die Kristallstielscheide ist mit hochprismatischem Borstenepithel ausgekleidet; die Borsten befördern den Stiel in den Magen hinein. In der Darmrinne gleitet der Chymus aus dem Magen in den Dünndarm.

Das Vorhandensein eines Kristallstieles ist allen Lamellibranchiern zuzusprechen; er kann aber vielleicht bei einigen durch Rückbildung verloren gegangen sein. Schon der bloße Besitz eines Coecums oder einer Scheide mit Borstenepithel läßt mit Sicherheit auf den Besitz eines Kristallstieles schließen, denn das Borstenepithel kann nur den Zweck haben, den Stiel in den Magen zu befördern.

Es lassen sich drei Arten von Lamellibranchiern unterscheiden:

1. Solche, die den Kristallstiel in einer Darmrinne ausscheiden.

2. Solche, die ein gesondertes Coecum für den Stiel besitzen, und eine

3. Form, bei der Coecum und Darm beim Austritt aus dem Magen noch zusammenhängen (nach Art eines Magendarmes), sich dann aber in Darm und ein davon gesondertes Coecum trennen.

Die erste Form ist als die ursprüngliche anzusehen; aus ihr ist die zweite wahrscheinlich durch Vermittlung der dritten hervorgegangen.

Aus dem Magendarm geht bei allen Arcaceen der Dünndarm hervor, der bei A. Platei, lactea, noae und angulata ver-

hältnismäßig einfach, bei A. barbata komplizierter verläuft und erst in den Dickdarm, dann in den Enddarm übergeht.

Die Lage des Enddarmes zum Herzen ist sehr variabel:

a) Bei A. Platei und lactea werden Perikard und Ventrikel vom Enddarm durchbohrt.

b) Bei A. barbata findet schon eine vollständige Trennung des Herzens in zwei Hälften statt, die allerdings noch bis an den Darm herantreten.

c) Bei A. noae und A. angulata ist das Doppelherz auf beiden Seiten weit vom Darm entfernt.

Der ganze Darmtractus der Arcaceen ist deshalb sicher nicht primitiver als der der Nuculiden, denn erstere haben stets einen Magendarm, während sich bei letzteren die Ausbildung eines solchen erst anzubahnen scheint.

Alle Arciden haben auf jeder Seite des Afters ein abdominales Sinnesorgan, dessen Zweck wahrscheinlich der ist, Bewegungen (Strömungen) und Verunreinigungen des umgebenden Mediums wahrzunehmen.

## 2. Zirkulationssystem.

Arca hat stets zwei getrennte Perikardialhöhlen, die entweder miteinander kommunizieren oder sich auf eine kurze Strecke in der Mediane etwas nähern. — Hinsichtlich der Ventrikel weisen die Arcaceen große Verschiedenheiten auf: entweder ist nur ein Ventrikel vorhanden mit zwei lateralen Ausbuchtungen, oder es sind zwei Ventrikel vorhanden.

Zwischen Ventrikel und Atrium ist entweder jederseits ein Sphinkter angebracht (A. Platei, A. lactea [?]), oder es finden sich Atrioventrikularklappen (A. barbata, noae und angulata).

Die Atrien bestehen immer aus einem größeren lateralen und einem kleineren medianen Teil; die medianen kommunizieren bei A. Platei und A. scapha.

Immer ist eine vordere und eine hintere Aorta vorhanden.

Es hat offenbar eine Entwicklung stattgefunden vom einfachen zum doppelten Herzen, deren Begründung man allgemein in der zunehmenden Vergrößerung der hinteren Retraktoren sieht.

Nach diesem Prinzip stelle ich folgende Reihe auf:

1. Arca Platei — ein Perikard, ein Ventrikel; Atrien kommunizieren mit ihren median ventralen Teilen.

2. A. lactea — a) Jugendformen in bezug auf Perikard und Ventrikel zu 1.; b) erwachsenes Stadium zu 3.; die Atrien

kommunizieren nicht mehr, weisen aber noch eine starke Ausbildung der medianen Teile auf.

3. A. barbata — doppeltes Perikard, doppelte Ventrikel; Atrien median noch gut ausgebildet.

4. A. noae — doppeltes Perikard, doppelte Ventrikel, beide weit getrennt; mediane Teile der Atrien schwach.

5. A. angulata — wie 4.; Atrien median nur noch in schwacher Andeutung.

6. A. tetragona Poli — wie 4.; über die medianen Verhältnisse der Atrien ist mir nichts bekannt.

A. scapha Chem. nimmt wegen der suprarectalen Lage seines Herzens durchaus eine Sonderstellung ein in der Gattung Arca und ist in dieses Schema nicht einzuordnen.

Zum Schluß mache ich noch darauf aufmerksam, daß es auffallend ist, daß die konchiliologisch so ähnlichen Arca (Barbatia) barbata und Arca (Barbatia) Platei anatomisch so große Verschiedenheiten aufweisen.

---

## Literaturverzeichnis.

1791—1795. Poli, Testacea utriusque Siciliae eorumque historia et anatome. Vol. I u. II. Parma.

1817. Cuvier, Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris.

1837—1846. Martini-Chemnitz (neue Ausgabe von Küster). Systematisches Conchylen-Kabinett, Bd. VIII.

1850. Leydig, Franz, Über Paludina vivipara. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. II. Leipzig.

1855. Moquin-Tandon, A., Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviatiles de France. Paris.

1858. Milne Edwards, H., Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux, T. III. Paris.

1870. Schulze, F. E., Über die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Arch. f. mikr. Anat., Bd. VI.

1875. Gartenauer, H. M., Über den Darmkanal einiger einheimischer Gastropoden. Dissert., Jena.

1877. Garner, Rob., Malacological Notes. The Annals and Magazine of Nat. Hist., serie 4, Vol. XIX. London.

1877. Jhering, H. v., Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig.

1878. Gegenbaur, C., Grundriß der vergleichenden Anatomie, 2. Aufl. (zitiert nach Mitra, 1901).

1878. Krukenberg, Über die Verdauungsvorgänge bei Cephalopoden, Gastropoden und Lamellibranchiaten. Untersuchungen i. Phys. Inst. Heidelberg, Bd. II.

1881. Hazay, Die Molluskenfauna von Budapest, III. Biol. Teil: Malakozoische Blätter von L. Pfeiffer, N. F., Bd. IV., p. 196—203 (zitiert nach Fürth, 1903).

1885. Ziegler, Über die Entwicklung von Cyclas cornea Lam. Zeitschrift f. wiss. Zool., Bd. XLI.

1886. Thiele, Joh., Die Mundlappen der Lamellibranchiaten. Zeitschrift f. wiss. Zool., Bd. XLIV. Leipzig.

1888. Egger, Jonannetia Cumingii Sow. Arb. a. d. Zool. u. Zoot. Inst. Würzburg, Bd. VIII.

1888. Grobben, C., Die Perikardialdrüse der Lamellibranchiaten. Arb. a. d. zool. Inst. Wien, Bd. VII.

1888. Haseloff, Über den Kristallstiel der Muscheln nach Untersuchungen verschiedener Arten der Kieler Bucht. Dissert., Kiel.

1889—1890. Barrois, F., Le stylet crystallin des Lamellibranches. Rev. Biol. Lille, T. I et II.

1889. THIELE, JOH., Die abdominalen Sinnesorgane der Lamellibranchier. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XLVIII.

1890. MÉNEGAUX, AUG., Recherches sur la circulation des Lamellibranches marins. Thèses de la faculté des sciences. Besançon.

1890. SCHULZE, F. E., Bau und Bedeutung des sogenannten Kristallstieles der Lamellibranchiaten. Sitzungsber. der Ges. naturf. Freunde. Berlin.

1891. NEUMAYR, M., Beiträge zu einer morphologischen Einteilung der Bivalven. Denkschr. d. Kaiserl. Akad. Wien, Mathem.-Naturw. Kl., Bd. LVIII.

1891. PELSENEER, P., Contribution à l'étude des Lamellibranches. Archives de Biologie, T. XI. Paris.

1891. THIELE, JOH., Die Stammesverwandtschaft der Mollusken. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXV.

1893. GROBBEN, C., Zur Kenntnis des Baues von Cuspidaria, nebst Betrachtungen über das System der Lamellibranchiaten. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien, Bd. X.

1895. DALL, W. H., A new classification of the Pelecypoda (Contributions to the tertiary fauna of Florida) Transact. Wagner Free institute sc. Philadelphia, Vol. III.

1898. STEMPELL, W., Beiträge zur Kenntnis der Nuculiden. Zool. Jahrb., Suppl.-Bd. IV, Heft 2. Jena.

1899. a) STEMPELL, W., Zur Anatomie von Solemya togata POLI. Zool. Jahrb., Anat., Bd. XIII, Heft 1. Jena.
b) STEMPELL, W., Muscheln der Sammlung PLATE. Ibid., Bd. XIII.

1900. COUPIN, H., Sur les fonctions de la tige cristalline des Acéphales. Compt. rend., Vol. CXXX.

1900. HESCHELER, K., Mollusca. LANG, A., Lehrb. d. vergleichenden Anat. d. wirbellosen Tiere, 2. Aufl. Jena.

1901. DREW, GILMAN A., The life-history of Nucula delphinodonta. Quart. Journ. Microsc. Sc., Vol. XLIV. London.

1901. MITRA, S. B., The crystalline style of Lamellibranchia. Quart. Journ. Microsc. sc., Vol. XLIV. London.

1902. LIST, TH., Die Mytiliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monographie XXVII. Berlin.

1902. THIELE, JOH., Die systematische Stellung der Solenogastren und die Phylogenie der Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXII. Leipzig.

1903. FÜRTH, O. v., Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena.

1903. LANG, ARNOLD, Beiträge zu einer Trophocöltheorie. Jena.

1903. STENTA, M., Zur Kenntnis der Strömungen im Mantelraum der Lamellibranchier. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien, Bd. XIV.

1906. LOZIŃSKI, M. PAUL, Über den histologischen Bau des Lamellibranchierherzens. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. de Cracovi.

1907. LAMY, ED., Révision des Arca vivants du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Journ. de Conchyliologie. Paris.

1907. THEILER, A., Zur Anatomie und Histologie des Herzens von Arca. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XLII.
1908. IGEL, J., Über die Anatomie von Phaseolicama magellanica ROUSSEAU. Zool. Jahrb., Bd. XXVI. Jena.
1911. STEMPELL, W., Leitfaden für das mikroskop.-zoolog. Praktikum. Jena.
1912. STEMPELL W., Über das sogenannte sympathische Nervensystem der Muscheln. Festschr. d. Mediz.-Naturw. Gesellsch. Münster (zur 84. Vers. Deutsch. Naturf. u. Ärzte).

## Erklärung der Abbildungen.

Abkürzungen:

*a* vorn.
*Aa* Aorta anterior.
*ada* Adductor anterior.
*adp* „ posterior.
*ag* Ausführungsgang d. Gonade.
*ak* äußere Kieme.
*Akl* Aortenklappe.
*an* Anus.
*Ap* Aorta posterior.
*as* abdominales Sinnesorgan.
*Ast* Aortenstamm.
*At* Atrium.
*Atm* medianer Teil des Atriums.
*b* Blutgefäß.
*bak* blindsackartige Abschnürung des Ösophagus.
*bysh* Byssushöhle.
*c* Cuticula.
*cbg* Cerebralganglion.
*cvc* Cerebro-viszeralkonnektiv.
*d* Darmrinne.
*did* Dickdarm.
*dors* dorsal.
*dr* Drüse.
*drz* Drüsenzelle.
*düd* Dünndarm.
*ed* Enddarm.
*Epw* Epithelwulst.
*flt* flèche tricuspide.
*H* Hoden.
*ik* innere Kieme.
*k* Kieme.
*kl* Atrioventrikularklappen.
*krst* Kristallstiel.
*l* links.
*lb* Leber.
*lbs* Leberschlauch.
*lm* Lebermündung.
*Mh* Mantelhöhle.
*mg* Magen.
*mgd* Magendarm.
*nsa* äußerer Nierenschenkel.
*nsi* innerer „
*oes* Ösophagus.
*olip* Oberlippe.
*ov* Ovarium.
*p* hinten.
*Pc* Perikard.
*pep* Perikardialepithel.
*po* Periostracum.
*pug* Porus urogenitalis.
*r* rechts.
*Ri* Rinne.
*rpa* Retractor pedis anterior.
*rpp* „ „ posterior.
*spf* Spinnfinger des Fußes.
*sph* Sphinkter.
*st* Stäbchenschicht.
*ty* Typhlosolis.
*ulip* Unterlippe.
*V* Ventrikel.
*vs* Venensinus.
*Wt* Wimpertrichter.

## Erklärung der Tafelfiguren.

### Tafel I—IV.

Fig. 1. Arca (Barbatia) Platei STEMPELL. Weichkörper im Umriß mit Einzeichnung des Verdauungstraktus (der vorn angeschnitten gedacht ist), der Adduktoren und des Fußes mit der Byssushöhle. Ansicht von rechts (unter Weglassung der Kiemen). Vergr. 10 : 1.

Fig. 2. Arca Platei im Frontalschnitt. Vergr. 16 : 1.

Fig. 3. Arca (Barbatia) barbata (L.). Transversalschnitt durch ein Stück des äußeren Mundlappens. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 4. Arca barbata. Transversalschnitt durch ein Stück des inneren Mundlappens. Vergr. ca. 280 : 1.

Fig. 5. Arca barbata. Sagittalschnitt durch ein Stück des äußeren Mundlappens. Vergr. ca. 346 : 1.

Fig. 6. Arca barbarta. Transversalschnitt aus dem geriefften Teile des inneren Mundlappens. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 7. Arca lactea. Transversalschnitt wie bei 6. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 8. Arca barbata. Transversalschnitt durch die dorsale Mundlappenachse. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 9. Arca angulata KING. Transversalschnitt durch den Anfangsteil des Ösophagus. Vergr. ca. 51 : 1.

Fig. 10. Arca barbata. Transversalschnitt durch den Anfangsteil des Magens mit einmündendem Ösophagus (Pars cardiaca). Vergr. ca. 62 : 1.

Fig. 11. Arca barbata. Transversalschnitt durch die Lebermündungszone des Magens. Vergr. ca. 62 : 1.

Fig. 12. Arca barbata. Transversalschnitt durch das ventrale Magenepithel (Fundusteil). Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 13. Arca barbata. Transversalschnitt durch den Magen bei Beginn der flèche tricuspide. Darunter ventrales Quermuskelband. Vergr. ca. 62 : 1.

Fig. 14. Arca barbata. Transversalschnitt durch das linke abdominale Sinnesorgan. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 15. Arca barbata. Transversalschnitt durch Magen (mit flèche tricuspide) und Magendarm. Vergr. ca. 62 : 1.

Fig. 16. Arca Platei. Frontalschnitt durch den Magendarm (*mgd*) mit Kristallstiel (*Krst*), Darmrinne (*d*) und Dünndarm (*düd*). Vergr. ca. 51 : 1.

Fig. 17. Arca barbata. Magendarm schräg sagittal geschnitten mit nur wenigen, nicht gefüllten Drüsenzellen. Vergr. ca. 103 : 1.

Fig. 18. Ausschnitt aus Fig. 17, nur mit Darmrinne (*d*) und Epithelwülsten (*Ep W*). Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 19. Derselbe Ausschnitt wie Fig. 18 von einem anderen Exemplar mit zahlreichen gefüllten Drüsenzellen. Vergr. ca. 280 : 1.

Fig. 20. Transversalschnitt durch ein Stück des Magenepithels (Fundusteil) rechts lateral von Arca barbata mit zwei verschiedenen Zellelementen. Zeiss: Kompensationsokular 18 und Apochromat-Öl-immersion 2 mm Appertur 1,30 = Vergr. ca. 2000 : 1, auf die Hälfte verkleinert, also ca. 1000 : 1.

Fig. 21. Arca barbata. Transversalschnitt durch ein Stück des ventralen Magenepithels (Fundusteil) mit Phagozyten. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 22. Arca barbata. Transversaler Grenzschnitt durch den Dünndarm, senkrecht zur Längsachse der Zellen. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 23. Arca barbata. Transversalschnitt: Abdominalorgane auf Hautfalte im Zusammenhang mit Enddarm. Vergr. ca. 51 : 1.

Fig. 24. Dasselbe weiter hinten ohne genannten Zusammenhang. Vergr. ca. 51 : 1.

Fig. 25. Acra noae. Transversalschnitt durch ein Abdominalorgan. Vergr. ca. 240 : 1.

Fig. 26. Acra angulata wie Fig. 25. Vergr. ca. 62 : 1.

Fig. 27—29. Arca Platei. Etwas schematisierte Querschnittsbilder, Niere grün, Herz rot. Durch den vorderen Teil des Perikards (*Pc*), mit Atrium (*At*) und Ventrikel (*V*). Vergr. ca. 40 : 1.

Fig. 28. — Durch die Gegend der vorderen Ventrikelkommunikation. Vergr. ca. 40 : 1.

Fig. 29. — Durch die Gegend der hinteren Ventrikelkommunikation, die vom Enddarm (*ed*) durchbohrt wird. Auch die Atrien kommunizieren jetzt ventral vom Enddarm (*Atm*). Vergr. ca. 40 : 1.

Fig. 30. Arca angulata. Transversalschnitt durch die vordere Aorta mit Aortenklappe. Vergr. ca. 51 : 1.

Fig. 31—32. Arca angulata. Etwas schematisierter Transversalschnitt: Ventrikel mit Aorta posterior. Vergr. ca. 51 : 1.

Fig. 32. Transversalschitt durch Ventrikel und Atrium mit Atrioventrikularklappen (*kl*). Vergr. ca. 51 : 1.

---

Druck von Ant. Kämpfe in Jena.

Taf. 1.

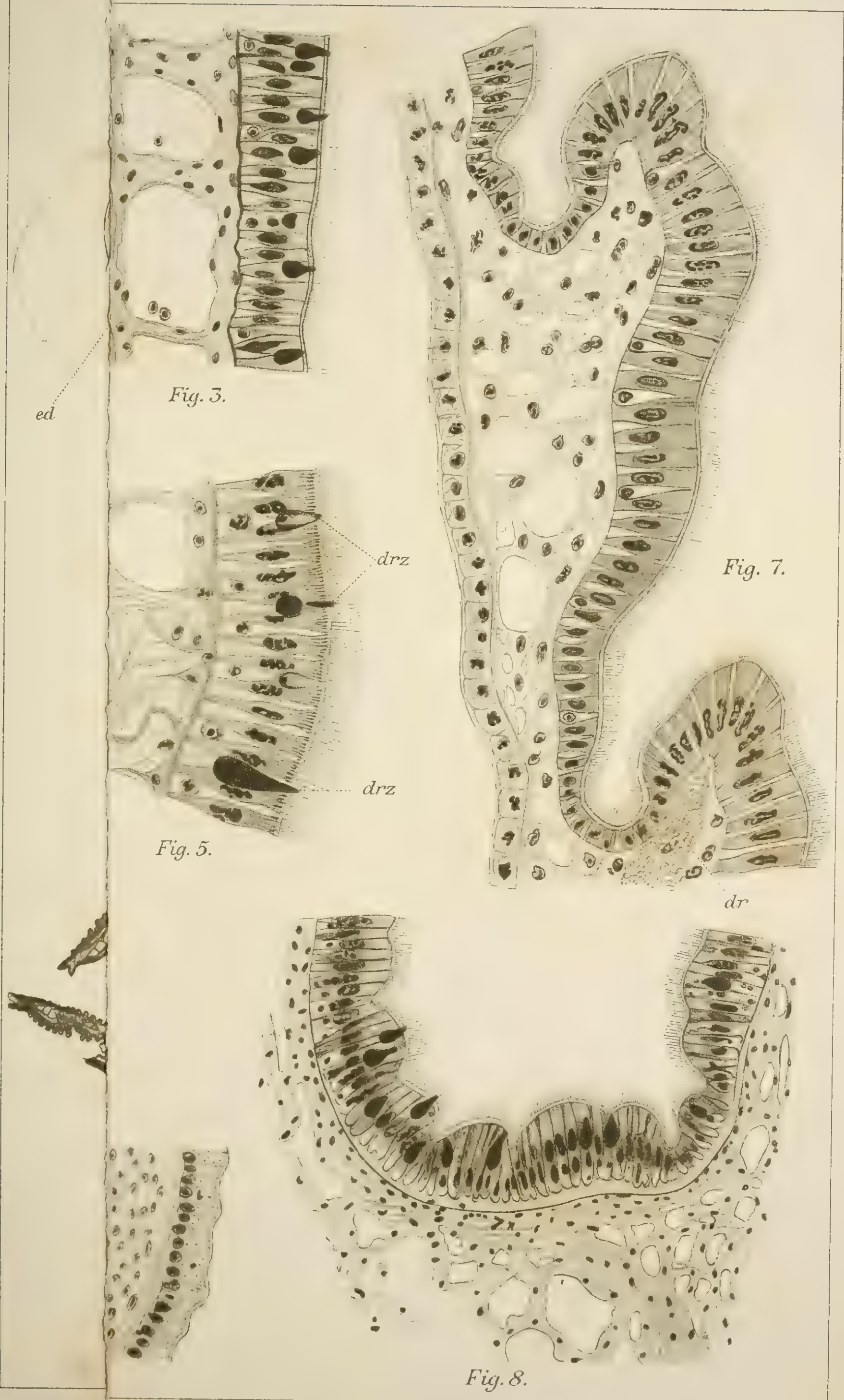



Fig. 3.

Fig. 5.

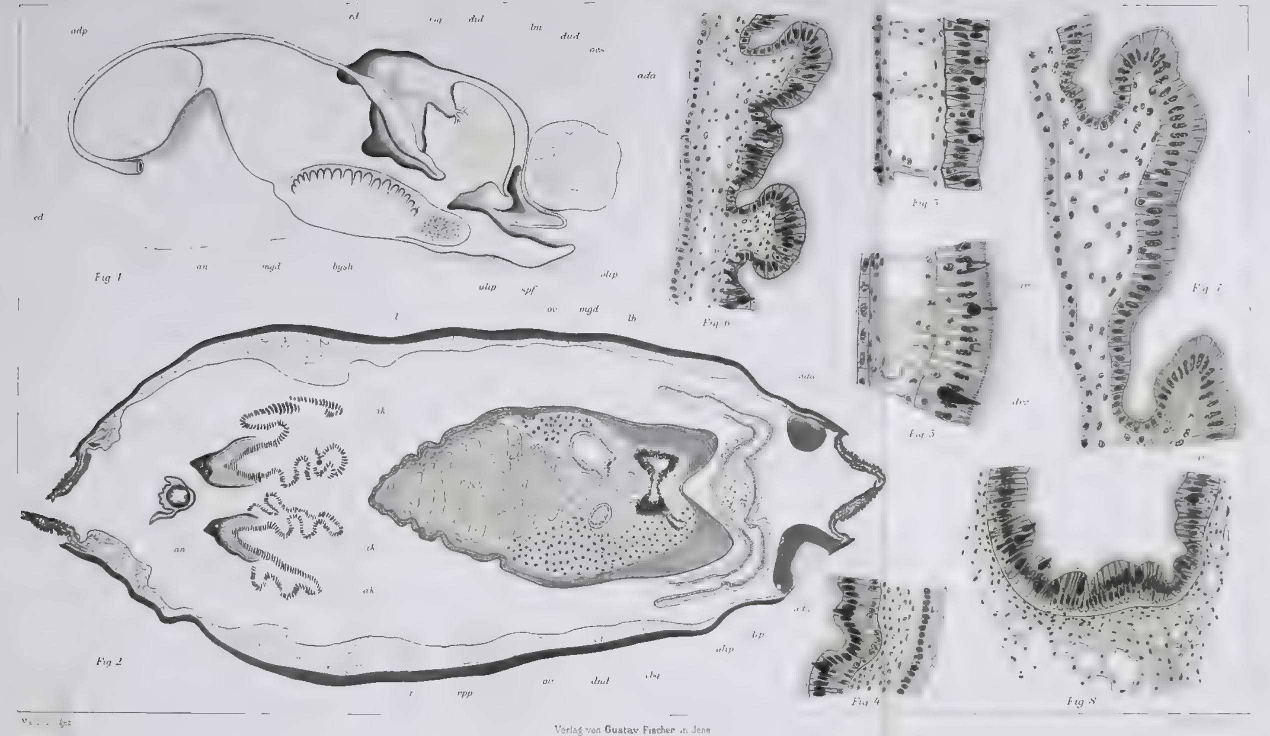
Fig. 7.

Fig. 8.

Matthias gez.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena.






Verlag von Gustav Fischer in Jena



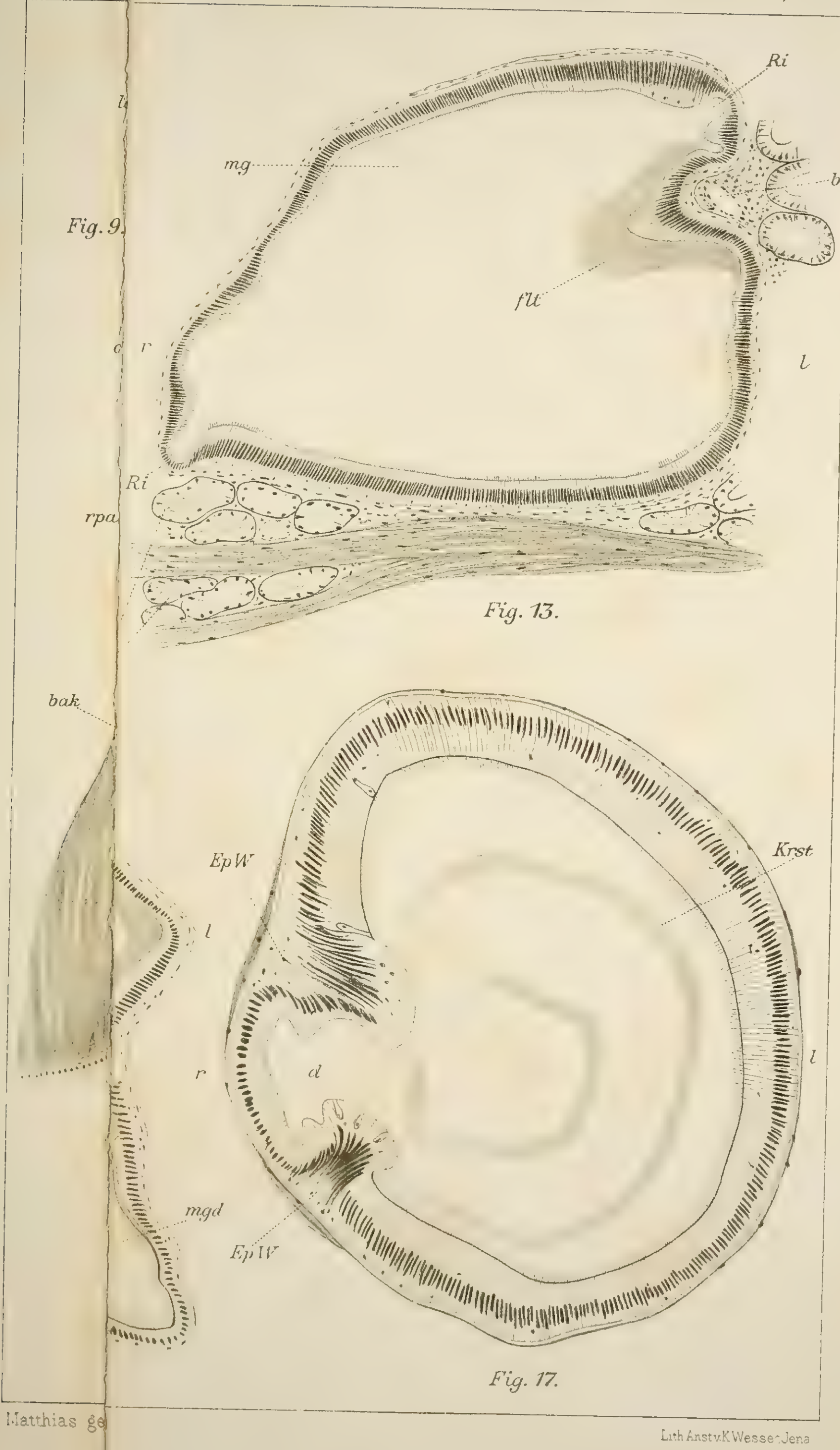


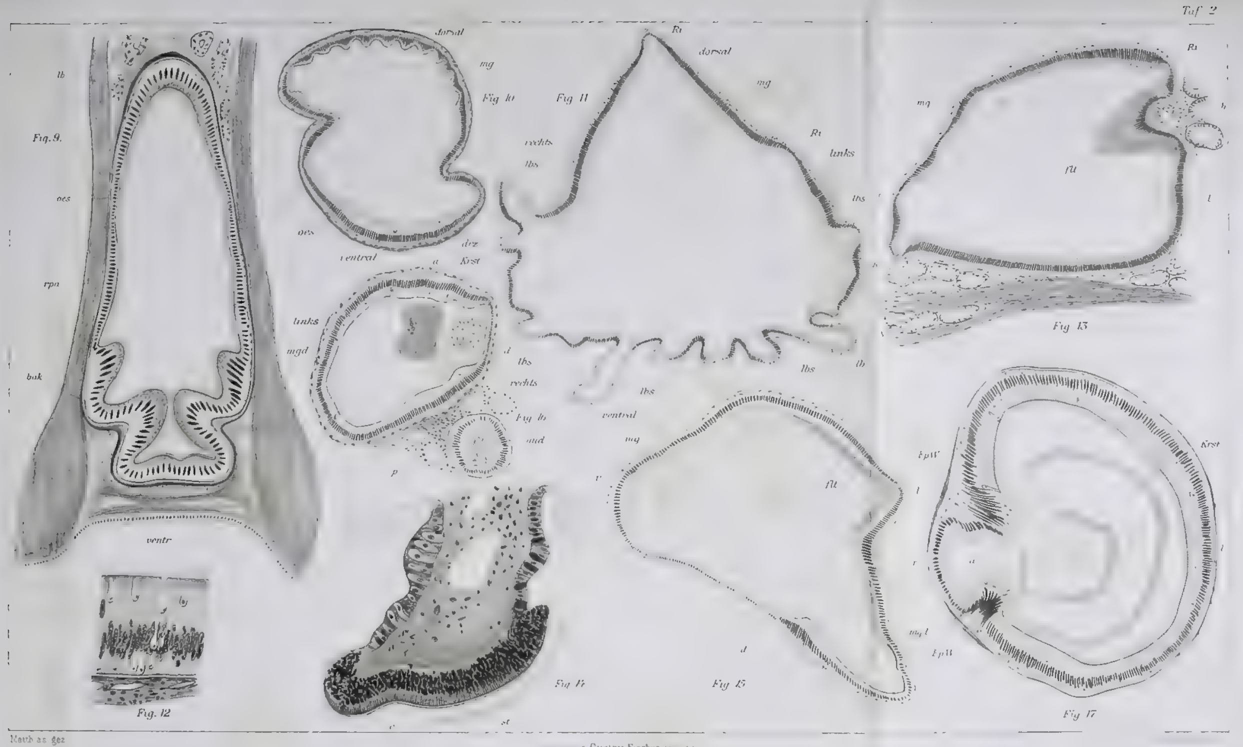

Fig. 13.

Fig. 17.

Matthias ge

Lith Anst v. K Wesser Jena






Nauh as gez
Gustav Fischer





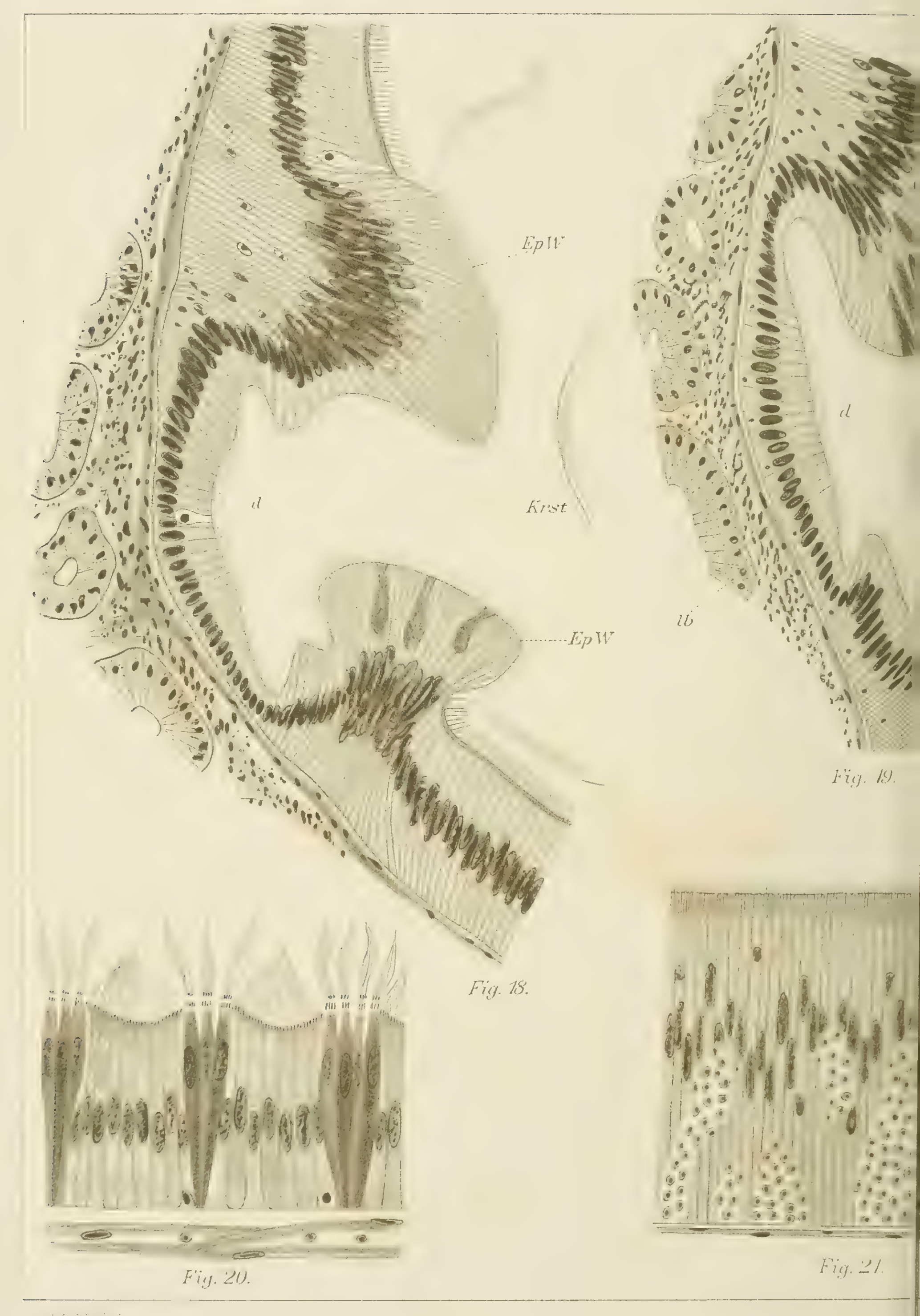


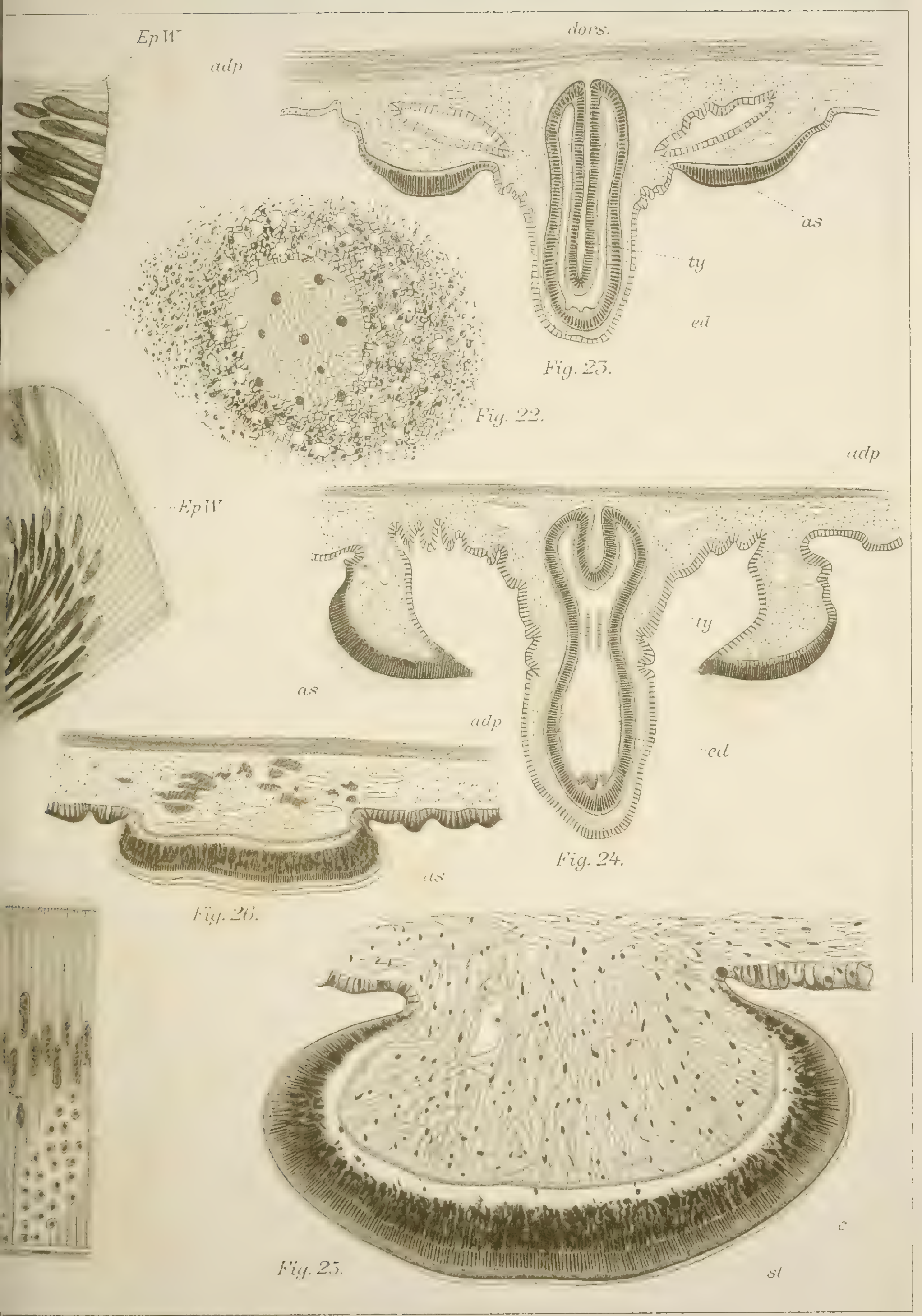
Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Verlag von Gu




Lith Anst.v.K. Wesser, Jena
Fischer in Jena.



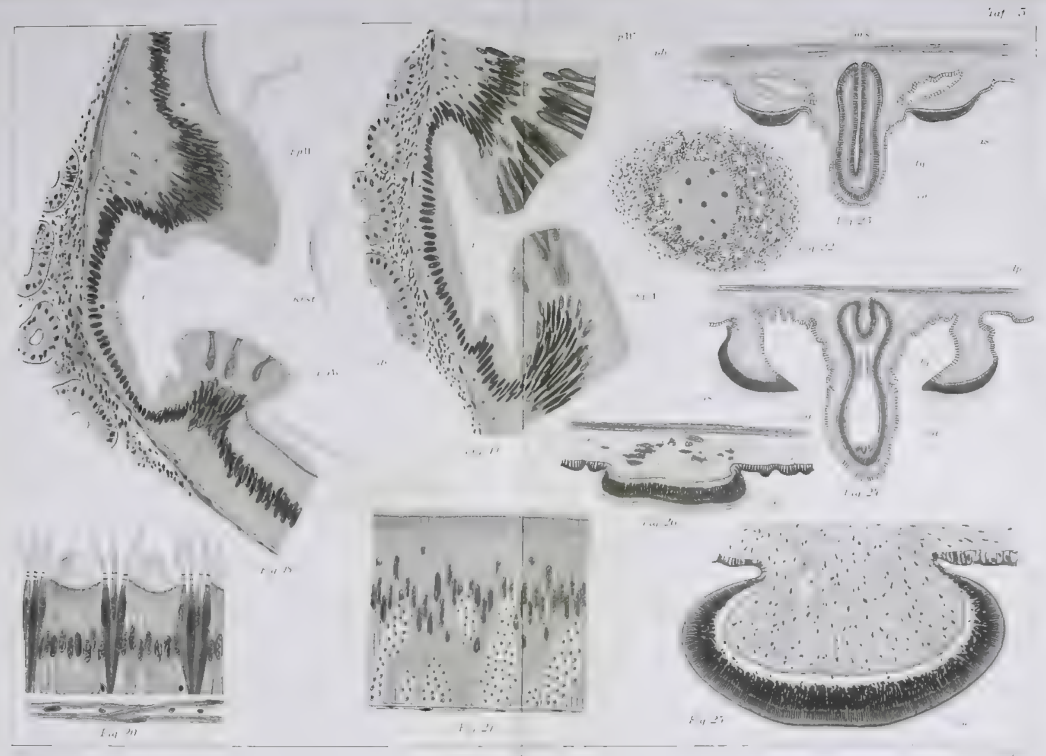






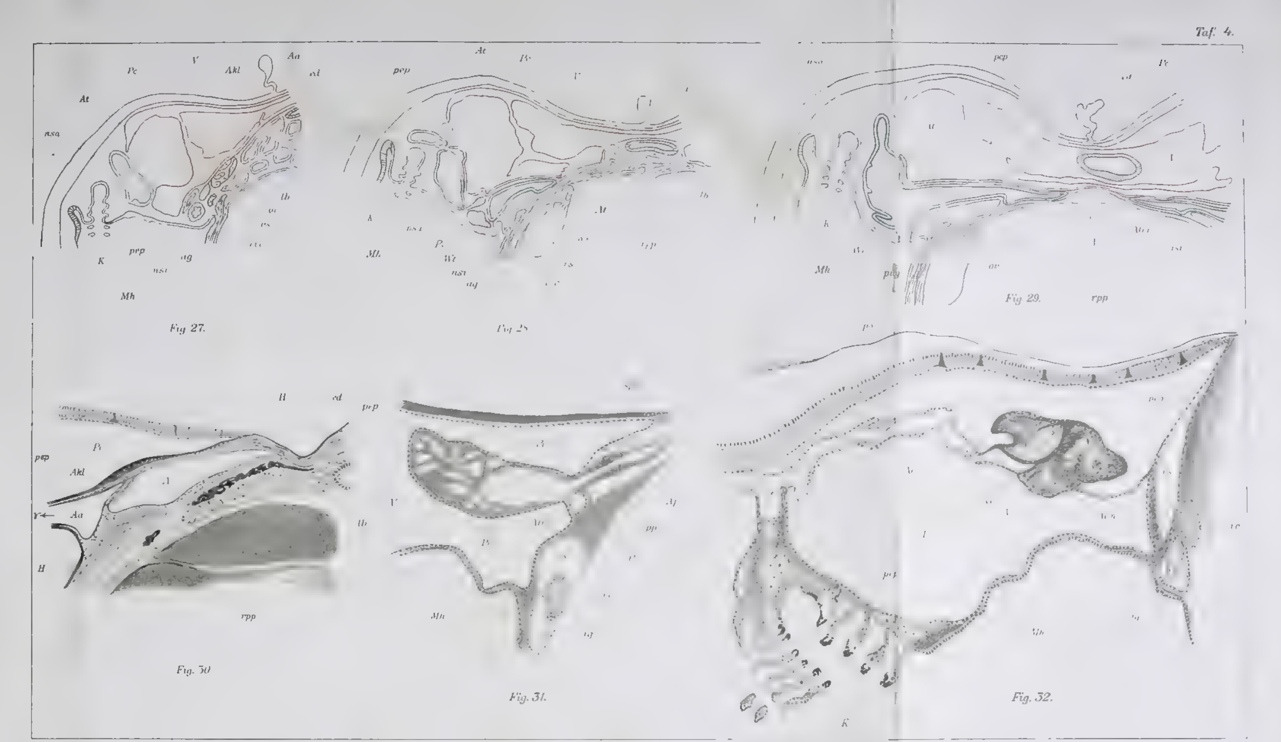

Fig. 29.

Fig. 32.

Matthias ge

Lith Anst.v.K.Wesser, Jena.






Matthias gez.
Verlag von Gustav Fischer in Jena
Lith Anst v. K. Wesser, Jena



# Lebenslauf.

Ich, Martin Matthias, evang.-lutherischer Konfession, wurde geboren am 31. Oktober 1883 zu Neersen bei Pyrmont in Waldeck als Sohn des Pfarrers Hermann Matthias. — Den ersten Unterricht empfing ich in der Volksschule zu Dielingen (Kr. Lübbecke). Daneben wurde ich vom Vater auf das Gymnasium vorbereitet, das ich von Ostern 1897—1901 zu Gütersloh, von da bis Michaelis 1904 zu Herford besuchte und mit dem Zeugnis der Reife verließ. Von Oktober 1904 bis August 1905 war ich in Leipzig als stud. theol. et phil. immatrikuliert, von Oktober 1905 bis März 1906 in Berlin. Vom 1. April 1906 bis 31. März 1907 genügte ich als Einjährig-Freiwilliger beim Kgl. Bayr. Inf.-Reg. Nr. 19 in Erlangen meiner Militärpflicht. Darauf studierte ich zu Münster i. W. Germanistik, Geographie und beschreibende Naturwissenschaften von Ostern 1907—1912. Juli 1912 bestand ich das Examen rigorosum.

Vorlesungen hörte ich bei den Herren Dozenten Hauck, Kittel, Köster, Kirn, Sievers, Riemann, Heinze, Wundt, Mogk, Lamprecht, Gregory, R. M. Meyer, E. Schmidt, Delbrück, Schmitt, Lenz, Baschin, Haack, Fester, Streitberg, Jostes, Schwering, Zopf, Tobler, Meinardus, Rosemann, Stempell, Ballowitz, Jiriczek, Koch und Correns.







